NOTIZIE
ASTRONOMICHE

ADATTATE

ALL' USO COMUNE

DA

ANTONIO CAGNOLI

Tomo I.

IN MODENA

PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA

1799.

AL LETTORE.

In questa terza edizione compariscono uniti in un Volume i Discorsi Astronomici da me inseriti successivamente in nove Almanacchi, pubblicati dall' anno 1788 al 1796. La continuazione si trova e si troverà negli Almanacchi susseguenti, usciti e che usciranno. L' oggetto, che fece nascere e crescere questo Trattatello d' Astronomia, fu quello di render piane a qualunque persona colta, la qual non fosse iniziata nelle Matematiche, senza far uso di figure geometriche, nè di simboli algebraici, le dottrine e le cognizioni maravigliose, che l' ingegno umano ha saputo acquistare nello studio de' cieli. Ch' io non abbia del tutto

fallato il mio scopo, me ne fa grata fede la buona accoglienza del pubblico, la qual m'inanima a tener fermo l'intrapreso periodico lavoro. Nato esso così a poco a poco, non ammetteva una divisione in libri; nè tale importanza se gli acconveniva, non si potendo trattare ogni parte, e forse nessuna, così profondamente come si fa cogli ajuti matematici. Ho anteposto pertanto la divisione libera delle materie in Capitoli, senz' altra regola d'ordine, se non quella di mettere innanzi cose che giovino all' intelligenza delle posteriori Se non mi manchi il favor della vita e della tranquillità, tenterò di condurre a fine la malagevole impresa.

NOTIZIE ASTRONOMICHE

ADATTATE ALL' USO COMUNE.

CAPITOLO I.

ALCUNI PRINCIPJ D'ASTRONOMIA.

1. Gli astri, che popolano il firmamento, son di due specie. Altri rimangono sempre nel medesimo sito, e si appellano *Stelle fisse*. Altri mutano luogo continuamente, e si chiamano *Pianeti*, che in Greco significano *erranti*.

2. I Pianeti si dividono in tre classi: pianeti primarj, pianeti secondarj, e comete. I pianeti primarj, conosciuti finora, sono sette: cioè Mercurio, Venere, la Terra, Marte, Giove, Saturno, ed Urano che anche dicesi *Herschel*, dal nome di chi lo ha scoperto diciotto anni fa solamente. Il primo non può vedersi con l' occhio nudo attesa la sua picciolezza, e l' ultimo attesa la sua lontananza. Ciascuno de' Pianeti primarj, secondo il sistema Copernicano presentemente adottato da tutti gli

Astronomi, gira d'intorno al Sole: ragion vuole che i più lontani da esso mettan più tempo a compiere il giro; non è però che la distanza sia doppia se il tempo è doppio. Altra proporzione è quella che regna, e regna sovranamente, non essendovi pianeta d'alcuna classe, che ardisca di trasgredirla; ciascun relativamente a quel corpo celeste d'attorno al qual si rivolge. Ne sarà reso conto opportunamente: intanto si dica per anticipazione, che Mercurio fa la sua rivoluzione in giorni 88, Venere in sette mesi e mezzo, la Terra in un anno, Marte in ventidue mesi e mezzo, Giove in anni 12 manco 50 giorni, Saturno in anni 29 e mezzo, Urano in anni 84.

3. I pianeti secondarj, noti finora, sono quattordici, cioè: la Luna che è il satellite della Terra, i quattro satelliti di Giove, i sette satelliti di Saturno, e li due di Urano. Si dicono secondarj, poichè soggetti a girare d'intorno al loro pianeta principale.

4. Le Comete sono del genere de' pianeti primarj, poichè girano d'intorno al Sole. Sono 85 le Comete, tra le scoperte finora, delle quali è stata calcolata l'orbita, cioè la strada che

fanno girando d'intorno al Sole. Ora che la perfezione de' cannocchiali va sempre crescendo, e che gli astronomi sono animati dal buon esito delle loro enormi fatiche nel cercar le comete, non passa quasi anno, che una e più d'una non se ne scopra: sicchè molto è probabile che il numero loro sia grande. Le comete si distinguono da' pianeti massimamente in questo, che restano poco tempo nelle vicinanze del Sole e nostre, e consumano altre molt'anni, altre secoli, avanti di ritornarvi. La loro orbita è come una spuola, dentro la quale il Sole si trova vicino ad una delle estremità. All'incontro l'orbita de' pianeti primarj è quasi circolare, ed il Sole sta poco lontano dal centro.

5. Tolti i pianeti d'ogni classe, tutti gli altri astri che rimiriamo, senza eccettuare il Sole, sono stelle fisse. Della stessa natura di lui, cioè corpi lucenti di luce propria, fa credere ch'elle siano quello splendore scintillante e vivace, di cui brillano specialmente le principali, che devon supporsi a noi più prossime. Le distanze de' pianeti, dal Sole e dalla Terra, si misurano con quegl'istromenti e con quelle regole stesse, con cui non fallano di sei piedi i Geo-

grafi nel determinar la distanza tra due paesi senza misurarla con la pertica. Ma la lontananza delle stelle fisse è sì disorbitante, che passa ogn' industria umana per limitarla. Sappiam solamente che non può darsi, che una stella sia manco lontana da noi di diciassette billioni di miglia ossia diciassette milioni di volte un milione di miglia: il di più della lontananza di ciascheduna ci resta finora ignoto. Da così fatte distanze pertanto, come potrebbe venir fino a noi lo splendor delle stelle, se luce propria non fosse, ma luce di riflessione? Vediamo quanto sia debole, in paragon della luce diretta del Sole, quella che i pianeti da lui ricevono e rimandano a noi. Questa essendo moderata e tranquilla, punto non assimiglia quel vivo fulgor delle stelle: e pure i pianeti son le migliaja e migliaja di volte a noi più vicini di quel che siano le stelle. Sono dunque gli astronomi tutti concordi nel credere: che ognuna delle stelle fisse sia un Sole; della loro grossezza non hanno alcuna traccia; della distanza hanno solo una cognizion negativa, qual s'è già detta; e tengono finalmente per molto probabile che quelle, che compariscono agli

occhi nostri più luminose, siano le più vicine.

6. *Ipparco* fu il primo che fece un inventario alquanto esatto del numero e posizione delle stelle visibili all' occhio nudo. Questo astronomo fiorì in Alessandria un secolo e mezzo avanti l' Era Cristiana, e da lui comincia la vera astronomia. Plinio lo celebra con alte lodi, per aver egli osato di presentare agli occhi de' posteri l'anagrafia del cielo. Il catalogo d' Ipparco contiene 1022 stelle, ripartite in sei classi gradatamente diverse nelle grandezze apparenti; cioè 15 più belle o sia di prima grandezza, 45 di seconda, 208 di terza, 474 di quarta, 217 di quinta, 49 di sesta, e 14 sotto il nome di *nebulose* delle quali si darà notizia a suo tempo. Per aver facile il modo di chiamare per nome ciascuna di tante stelle, fu adottato l'espediente, già immaginato e introdotto molti secoli prima, di finger nel cielo diverse figure di uomini, o di animali, a ciascuna delle quali appartenesse un gruppo di stelle per quanto l' ideata figura stendeasi. Codeste figure si appellano *Costellazioni*, vocabolo che significa unione di stelle: queste poi distingueansi, chiamando una

l'occhio, altra il piede, e così discorrendo, secondo che alle diverse parti della figura corrispondevano.

7. Gli antichi composero 48 costellazioni: dodici nel zodiaco (questo nome si dichiarerà quanto prima (15)); vent' una di sopra, cioè tra il zodiaco, ed il polo settentrionale; e quindici di sotto, o sia tra il zodiaco ed il polo meridionale. I moderni ne aggiunsero molte; giacchè con l'invenzione de' cannocchiali si aumentò grandemente il numero delle stelle conosciute. Il catalogo di *Flamsteed*, formato in principio del presente secolo, contiene la posizione di quasi tremila. Pur quelle non sono ancora, che piccola parte della innumerabile moltitudine di stelle, che si discoprono coi cannocchiali ridotti alla perfezion d'oggidì. Quanto è miglior l'istromento, tanto si vede più in là, tanto più stelle si scorgono, e indarno si cercan per alcun verso i confini del firmamento.

8. Se ogni stella è un Sole, se niuno di questi Soli è fatto invano, se dunque ognuno illuminasse, come fa il nostro, un certo numero di pianeti a lui subordinati, se ognuno di questi pianeti fosse abitato da creature intel-

ligenti e capaci di glorificarne l' Autore; quale maestosa ed immensa idea dell' Ente infinito sarebbe quella, che gli astronomi hanno un diritto probabile di formarsi?

9. Le figure delle costellazioni per la più parte son del tutto arbitrarie, rare volte vedendosi in cielo qualche rassomiglianza con le figure medesime. Le stelle della Corona, del Carro, della Croce, del Triangolo, e pochissime altre presentano all' occhio una tal quale immagine analoga a quelle denominazioni. Dell' origine di questi nomi e figure parlerà il seguente Capitolo: intanto, per cominciare a far noto il gran teatro dell' Universo, esponghiamo ai Lettori due tavole, contenenti le stelle di prima e di seconda grandezza, collocate nelle loro giuste posizioni l' una rispetto all' altra, con una spiegazione, mediante la quale possa ciascuno, guardando il cielo, apprendere il nome delle stelle principali, od almeno a qual costellazione appartengono.

10. In queste tavole il circolo rappresenta l' orizzonte; il centro del circolo corrisponde al punto del cielo, che è sopra il nostro capo perpendicolarmente, e che si chiama *zenit*. Ne' giorni

ed ore segnate appiedi della prima tavola osserverete, per esempio, vicinissima al zenit la più bella stella, se si eccettui la Capra, della costellazion dell' Auriga. Discendendo quindi con l'occhio dal zenit verso l'orizzonte, e tenendo la faccia voltata verso Mezzogiorno, incontrerete a destra la costellazione del Toro, a sinistra quella de' Gemelli. Chinando tuttavia l'occhio vi abbatterete nella costellazione d'Orione; più basso a sinistra in quella del Cane maggiore anche detta Canicola, e presso all'orizzonte in una stella della Colomba.

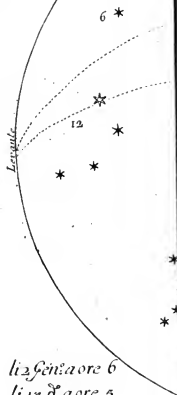
9

Configurazione delle
ne' giorni ed ore

6 ✱

12

Levante

li 2 Gen.º a ore 6
li 14 d.º a ore 5
li 25 d.º a ore 4

1 La nave degli Argonauti.
2 La Colomba di Noè.
3 La Canicola. Una delle cinque stelle è la più bella che sia nel cielo, e si chiama Sirio.
4 Orione. Le due stelle più alte sono le spalle, la più bassa il piede; le altre tre la cintura, detta volgarmente il rastrello, la falce, o i tre re.
5 Il Pò. 6 Il cuore dell'Idra.
7 Procione, o il Cane minore.
8 I Gemelli: *a* testa di Castore, *b* testa di Polluce, *c* piè di Polluce.
9 Il Toro: *a* l'occhio del Toro, *b* le Jadi, *c* le Plejadi, volgarmente la Chiocchetta; *d* corno del Toro.
10 La Balena. La stella più bassa varia di luce, e talvolta sparisce affatto.
11 La testa dell'Ariete. 12 Il Lione. La più bella delle quattro stelle si chiama Regolo, o il cuor del Leone.
13 L'Auriga, o sia il Cocchiere.
14 La Capra Amaltea. 15 Perseo.
16 La testa di Medusa.
17 Andromeda; *a* la coscia, *b* la cintura, *c* la testa. 18 Il quadrato di Pegaso.
19 Orsa maggiore, detta anche il Carro.
20 Coda del Dragone. 21 Testa del Dragone. 22 Orsa minore. La più alta delle sette la stella polare.
23 Coda del Cigno.

1 Il cuore dello Scorpione.
2 La testa dello Scorpione.
3 I due gusci della Libra.
4 La spica della Vergine.
5 L'Aquila.
6 La testa di Ofioco.
7 La testa di Ercole.
8 Il cuor del Serpente.
10 La Lira.
11 La Corona.
12 Arturo; la più bella stella della costellazione di Boote.
13 Il quadrato di Pegaso. Vi concorre a formarlo la testa di Andromeda.
14 Andromeda: *a* la coscia, *b* la cintura, *c* la testa.
15 La coda del Cigno.
16 La testa del Dragone.
17 La coda del Dragone.
18 L'Orsa minore. La più bassa delle sette è la stella polare. Il punto vicino è il polo.
19 L'Orsa maggiore, detta anche il Carro.
20 La coda del Leone.
21 La groppa del Leone.
22 La testa di Medusa.
23 Perseo.
24 La Capra Amaltea.
25 L'Auriga, o sia il Cocchiere.

10 A

v. II. Tom. I. a pag. 10.

elle principali
sotto segnate

3 ✱

4

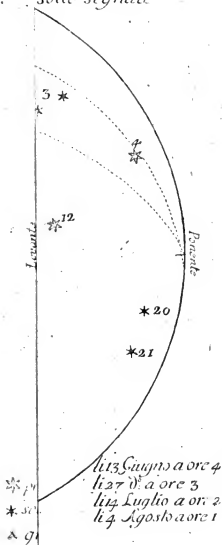
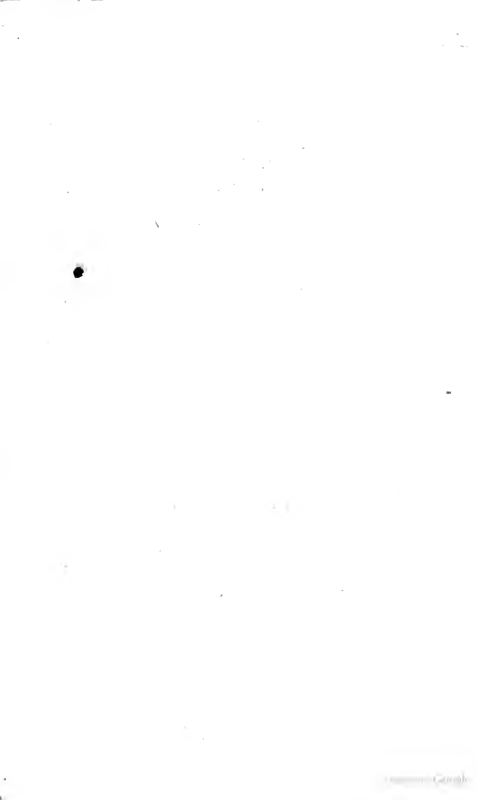
✱ 12

Levante

Ponente

✱ 20

✱ 21

li 13 Giugno a ore 4
li 27 d.° a ore 3
li 14 Luglio a ore 2
li 4 Agosto a ore 1

11. Rivolgendo la faccia, come innanzi s'è detto, ai diversi punti dell' orizzonte, si potranno riconoscere a nome nel cielo tutte le stelle collocate nelle due tavole. Nè questo studio si potrà fare soltanto ne' giorni prescritti, ma stessamente anche in quelli tramezzo, purchè si prendano le ore intermedie in proporzione. Sicchè se si voglia, per esempio, osservare il cielo la sera dei 7 di Gennajo, il momento opportuno e preciso sarà alle ore 5, minuti 35; poichè il periodo di 12 giorni dai 2 ai 14 portando l' anticipazione d' un' ora su dodici giorni produce minuti 5 al giorno. Tutto questo per altro si deve intendere largamente, giacchè mezz' ora più o meno non fa alterazione tanto notabile nell' aspetto del cielo, che possa generar confusione e difficoltà nel riconoscimento delle stelle.

12. Fatti ravvisare in tal modo i punti principali della magnifica scena che c' intornia, prenderemo a sminuzzare a parte a parte le grandi verità, di cui fu arricchito l' ingegno umano dall' Astronomia; sola delle umane scienze, cui dato sia di predire il futuro per qual' epoca più si voglia.

CAPITOLO II.

DELLE COSTELLAZIONI E DE' SEGNI DEL ZODIACO.

13. L'origine delle costellazioni è sepolta nelle tenebre del tempo. Si leggono nella Volgata i nomi d'Orione, delle Jadi, delle Plejadi, di Arturo, ed altri: ma pende questione tra' dotti sul vero significato de' vocaboli Ebrei corrispondenti.

14. Le dodici costellazioni del zodiaco sono senza dubbio le più antiche. Or chi ne attribuisce l'invenzione agli Egizj, chi a' Caldei, chi agl'Indiani, e chi finalmente ad un altro popolo Asiatico anteriore a questi, del qual siasi perduto perfino il nome.

15. Ma prima d'andar più oltre, gioverà meglio che ognuno sappia, qual cosa sia il zodiaco. Nelle Tavole antecedenti, le due curve puntate rappresentano l'equatore e l'eclittica. Nella I l'equatore è la curva più lontana dal zenit o sia dal centro del circolo: nella II il contrario. L'equatore è un circolo, dal qual si concepisce divisa in due parti eguali la superficie della Ter-

ra, a distanze pari dai due poli. Chi fosse al centro del nostro globo, vedrebbe la circonferenza del detto circolo corrisponder nel cielo stellato a certi punti tutto d'intorno. Per gli stessi punti s'intende passar l'equatore nelle due tavole, ciascuna delle quali contiene la metà di esso, ma non in figura circolare a cagione d'essere trasportato da superficie sferica su carta piana. Lo stesso s'intenda dell'eclittica, la qual pure è un circolo, destinato poi a contrassegnare nel cielo il viaggio che fa la Terra girando d'intorno al Sole nel periodo di un anno.

16. Se si prendono nove gradi di cielo, tanto da una parte come dall'altra dell'eclittica, per quanto si stende la circonferenza di questa, ne nasce una zona o cintura o fascia, la qual fu chiamata *zodiaco*. Perchè ognuno aver possa un'idea della larghezza di questa fascia, basterà dire che delle due stelle della Libra, segnate 3 nella Tavola II, quella ch'è più lontana dall'orizzonte, quella è distante otto gradi e mezzo dall' eclittica.

17. La parola *zodiaco* vien dalla voce greca *zodion* che significa *animale*. Come poi tra i nomi delle costellazio-

ni del zodiaco vi sono quelli d'alcuni animali, così è chiara la causa per cui quel vocabolo fu adottato.

18. Ognuna delle costellazioni del zodiaco non resta veramente tutta intiera dentro la larghezza di esso: ma questa fu limitata a 18 gradi, con l'unico oggetto di circoscriver la zona celeste, dentro la quale s'aggirano tutti i pianeti. Le sole comete non soffrono la legge di quel ricinto, ma invadono il cielo in qualunque parte.

19. I nomi delle dodici costellazioni zodiacali, già conosciuti comunemente, sono i seguenti. L'Ariete, il Toro, i Gemelli, il Cancro, il Lione, la Vergine, la Libra, lo Scorpione, il Sagittario, il Capricorno, l'Aquario, i Pesci. Gli stessi nomi si danno pure a' Segni del zodiaco, che per altro direbbersi meglio segni dell' eclittica. Ma ancorchè i nomi sieno gli stessi, bisogna distinguer bene, che segno e costellazione sono due cose molto diverse.

20. *Costellazione* è un gruppo di stelle, come s'è dichiarato già (6). Ma *segno* non significa altro che una porzion dell'eclittica lunga trenta gradi. Siccome un circolo si divide in gradi 360,

così un segno comprende una duodecima parte dell' eclittica.

21. L' equatore e l' eclittica si tagliano in due punti. Nell' intersecazione che vedesi nella Tav. I, appresso al punto cardinale di ponente, comincia il segno dell' Ariete, e si stende per trenta gradi dell' eclittica a sinistra. Poi segue il segno del Toro per trenta gradi, e così discorrendo. Ma le costellazioni dell' Ariete, del Toro, ecc. sono più avanzate de' segni a sinistra: questi si allontanano del continuo da esse, benchè lentamente, in virtù della precessione degli equinozj, la qual fa ritrocedere a destra l' intersecazione dell' equator con l' eclittica, come si darà da capire a tempo opportuno. Quindi è che la testa dell' Ariete, segnata 11 nella Tav. I, si trova presentemente in faccia alla seconda porzion dell' eclittica, la qual porta il segno del Toro. E così può osservarsi rispetto agli altri Segni. Però facilmente si scorge, quanto importi distinguere costellazione da segno.

22. Dove l' equatore taglia l' eclittica nella Tav. II, ivi comincia il segno della Libra. Quando la Terra girando, come dicemmo, per l' eclittica arriva

in questo punto, allora noi vediamo il Sole, che siede nel centro dell' eclittica, corrispondere al punto opposto, che è quello dove principia il segno dell' Ariete. Allora diciamo che il Sole entra in Ariete, e quello è il giorno dell' equinozio di primavera. All' incontro quando la Terra si trova nel principio dell' Ariete, vede il Sole nel principio della Libra, e quello è il giorno dell' equinozio di Autunno. Di là vien che i due punti d' intersecazione dell' equator con l' eclittica si chiamano anche punti equinoziali.

23. Nel giorno conveniente in ogni mese, l' annuo *Almanacco astronomico* addita, con tutta esattezza, l' ora e il minuto dell' ingresso del Sole nel rispettivo segno del zodiaco o per meglio dir dell' eclittica. Qual cosa sia questo ingresso, probabilmente sapeasi da pochi, quantunque soglia notarsi in ogni Lunario, salvi gli errori talvolta d' ore o giornate. Or potrà ognuno capire, che altro non significa, se non se l' ingresso della Terra nel segno opposto, sempre lontano sei segni da quello, rimpetto al quale vediamo il Sole. E però quando in Giugno si legge che il Sole entra in Cancro, ciò vuol dir che

la Terra è arrivata al principio del segno del Capricorno: e viceversa quando si dice in Dicembre che il Sole entra in Capricorno, allor deve intendersi che la Terra principia a correre la porzion dell' eclittica, compresa dal segno del Cancro. E senza parlare degli altri, basterà per norma aver favellato di que' segni co' quali principiano le stagioni.

24. Chi mai non crederebbe, che quando ai segni dell' eclittica furono imposti i nomi dell'Ariete, del Toro, ecc., in quel tempo le costellazioni dell' Ariete, del Toro, ecc. occupassero ciascuna appresso poco l' estensione del segno del suo medesimo nome? Non vi fu forse mai presunzione più probabile di questa. E pure egli è certo ugualmente: che appunto in tal situazion si trovarono due a tre cent' anni prima di Gesù Cristo; e che le costellazioni ed i segni del zodiaco furono conosciuti, e chiamati coi medesimi nomi, molti e molti secoli innanzi, e quando le costellazioni esser dovevano indietro dai rispettivi segni anche più, di quel che sieno avanzate al presente. Quest' è una difficoltà, che scompiglia ed astrigne a giocar di fantasia tutti coloro, che si

sono attentati d' investigare l' origine e la causa di quelle denominazioni.

25. Noi non entreremo in questo labirinto, che ha esercitato l' ingegno di molti, senza condurre ancora a certezza alcuna. Imperocchè l' uno vuol che que' nomi abbiano relazione ai lavori d' agricoltura, e alla varietà delle stagioni. L' altro li fa derivar dall' istoria; chi dalla mitologia; e chi all' incontro sostien che la favola non sia altro, che un' allegoria perpetua delle cose astronomiche. Altri scorge simboleggiati in que' nomi li tre successivi stati dell' uomo, la vita venatoria, la pastorale, e quella dell' agricoltore. E qualcun dubita finalmente che quelle stelle, che oggi e da molto tempo portano il nome d' una costellazione, più anticamente ancora portassero quel d' un' altra.

26. Per non lasciare del tutto privi d' ogni senso allegorico quegli appellamenti, noi tra le molte divinazioni trasceglieremo quelle, che più atte ci sembrano ad appagare il senso comune. Diremo dunque che il segno dell' Ariete, condottier del minuto bestiame, annunzia lo spuntar dell' erba, e l' uscita delle greggie ai pascoli. Vien dopo il Toro a significare non meno il vigor de-

gli armenti, che quello della vegetazion delle piante. Dai Gemelli, ch' ebbero un tempo figura di due capretti, viene indi rappresentata la fecondità dei bestiami, e degli alberi fruttiferi. Il Cancro o sia gambero o granchio esprime eccellentemente il rincular che fa il Sole dopo esser giunto alla maggiore altezza estiva. Dal Lione già intende anche il volgo figurata la forza cocente de' raggi solari. La Vergine, la qual si dipinge con una spica in mano, sta collocata inframmezzo tra le ricolte maggiori, cioè tra le messi e le vendemmie. Segue la Libra, chiarissimo emblema dell' eguaglianza tra i giorni e le notti. Dallo Scorpione, come animal velenoso, si vogliono denotate le malattie d' autunno. Il Sagittario, dopo finite le operazioni rurali, conduce agli uomini l' occupazion della caccia. Nel Capricorno s' intende che il Sole, arrivato alla minore altezza vernale, comincia ad andar sempre in su, come fa la capra selvaggia. Chi non dirà che l' Aquario sia il simbolo delle pioggie? Finalmente dai Pesci sembra indicata la pesca, come un' occupazione de' popoli agricoli nella fredda stagione.

27. Non tralascierem d'avvertire, per non essere arguiti di contraddizione, che i moti, attribuiti al Sole in questa esplicazione de' segni, devono intendersi secondo il giudizio de'sensi nostri e il linguaggio comune, non mai secondo il sistema Copernicano, il qual fa dipender quelle apparenze dal moto della Terra.

28. Quanto all'altre costellazioni che sono fuori del zodiaco, trovasi già la situazione ed il nome di alcune nelle due Tavole e nella loro spiegazione. Delle rimanenti, che non poteano aver luogo nelle tavole stesse, e di cui per conseguenza non si può con chiarezza contrassegnare la posizione, stimiamo per ora inutile il dar pure la lista de' nomi.

CAPITOLO III.

DELLA FIGURA DELLA TERRA.

29. Giusta cosa è, che dovendo trattare della figura, grandezza, movimenti, e distanze de' corpi celesti, si prenda principio dal nostro. E chi non avrebbe a vergogna di non conoscer la casa dove abita? Or sappian coloro, che del-

la utilità dell'Astronomia son dubbiosi, che senza l'osservazione degli astri non è possibile sapere con precisione nè la grandezza nè la figura della Terra, nè le distanze de' paesi un dall'altro, e nè meno in qual punto della superficie terrestre tenghiamo il piede.

30. Circa la figura della Terra non mi dà il cuor di rimemorare le tante assurde e puerili opinioni, che dentro l'umana mente trovaron ricetto girando i secoli. L'idea più comune fu quella che i sensi presentan la prima; i sensi, il più caro ed insieme il più periglioso attributo di nostra natura. Fu stimata la Terra una superficie piatta: e poichè da ogni parte, alla fine andando, s'incontravano i mari, fu creduto che fosse circonvallata da un abisso d'acque, nelle quali si tuffasse la sera il Sole, e d'onde si traesse fuori il mattino. E come sull'apparir di quest'astro vedeasi per tutto l'alto de' cieli infievolirsi e mancare la luce delle stelle, fu immaginato ch'elle fossero lampade, le quali venissero accese la sera e provviste d'olio bastante per luccicar sino a mane. Di tal sorte inezie spacciaronsi seriamente, e massime da que' Greci la cui dottrina si venera tanto.

31. Diverse sono le prove, che resero alfin manifesto esser la Terra di forma rotonda. E prima, se fosse piana, per quanto viaggio un facesse, sempre avrebbe negli occhi lo stesso orizzonte, lo stesso emisfero o volta celeste. Ma avviene all'incontro, che mutando paese si scorgono, stando in uno, stelle che non si scorgon dall'altro. Dunque quell'emisferio o sia pezzo di cielo, che ci viene veduto in un paese, non è quel medesimo sempre che in altro paese si osserva. Dunque se camminando si muta cielo, la Terra non è piana.

32. Alla cognizione della sua forma un secondo passo fu fatto considerando gli eclissi della Luna. Generalmente parlando ogni corpo produce l'ombra simile a sè. Da un corpo quadrato non sarà mai generata ombra rotonda, nè da rotondo quadrata. Or la Terra illuminata dal Sole getta un'ombra dietro di sè: e questa si stende a una gran lontananza, siccome porta il volume grande della terrestre massa. La luna col suo natural movimento va ad incontrar la dett'ombra, e nel trapassarla che fa da una parte all'altra, si trova infrattanto nell'oscurità: ecco l'eclissi. Mentre però che la luna sta entrando

così a poco a poco in quell' ombra, ognun può vedere che l'ombra stessa sopra la faccia della luna termina in arco, e non in linea retta. V' entri la luna dall' alto, o di fianco, o dal basso dell' ombra, da ogni parte fu questa sempre veduta tendente al rotondo. Dunque se l'ombra è di forma rotonda, anche il corpo che la genera, o sia la Terra, di simigliante forma debb' essere.

33. L'analogia fu una terza ragione, che venne in conferma delle altre. Veggendo il Sole rotondo, la Luna rotonda, e che questi corpi si sosteneano da sè nello spazio, si dovette conchiuder per simiglianza, anche la Terra poter esser rotonda senz' aver bisogno d' esser portata, come credono gl' Indiani, da quattro elefanti.

34. Quando poi la navigazione cominciò a prender vigore, e i naviganti ad allontanarsi dalle spiagge, venne osservato a chi stava sopra la riva, come il vascello, che si scostava, facea sembiante di profondarsi a poco a poco nel mare, e come le ultime a togliersi dalla vista erano le vele, poi le cime degli alberi. Se la Terra fosse piana, ed il mare per conseguenza tutto disteso a un livello, certo vedrebbesi molto più il

grosso corpo della nave quando scorger si possono le sottili antenne. Ma si pigli altra barca e si seguiti il bastimento così alla lontana; e mirando le stesse apparenze di posto in posto, sarà forza conchiudere: dunque il mare continuamente s'incurva; dunque gira in rotondo. Tale in fatti e talmente continua è la sua curvatura, che in qualunque sua parte il nostr'occhio si ponga, elevato di cinque piedi dalla superficie delle acque, determina il calcolo, l'esperimento convince, che tanto e non più della superficie medesima veder può, quanto si stende tutto d'intorno fino a due miglia e mezzo da sè.

35. Finalmente la rotondità della Terra divenne patente allor quando, dopo la scoperta dell'America, osò il Magellano, altri osarono dopo di lui far il giro compiuto del nostro globo; e codesti naviganti che aveano continuamente drizzata la loro navigazione verso ponente, veduti furono alfin capitare di nuovo dalla parte di levante. A quella guisa che se uno esca fuori della porta d'una città, e vada via via radendo le mura di quella, fin a tanto che torni ad entrar per la porta stessa onde uscì, niuno potria dubitare ch'egli non avesse

fatto

fatto il giro di tutto il circuito della città.

36. Altra difficoltà non restava perchè ogni uomo credesse la Terra di forma rotonda, se non quella del concepire, come potessero fare gli abitanti dell'emisfero inferiore per camminarvi sopra a quel modo che noi facciamo, quando per rispetto a noi aver deggiono i piedi in su e il capo in giù. Se sul cerchio di ferro, che arma e circonda la ruota d'una carrozza, si vegga una mosca camminar tutto intorno, ognun pensa, ognuno discorre così: quando la mosca percorre la parte superiore del cerchio, il suo corpo gravita e poggia sopra le zampe; ma quando muove per la parte inferiore, il peso del corpo farebbe certo cader la mosca, se alla leggierezza di quello non s'aggiungesse la forza di questa per aggrapparsi co' suoi uncinati rampini e tenerlo sospeso. Non altrimenti camminano gli uomini tutto intorno alla Terra, di quel che faccia una mosca tutto intorno a una ruota: ma a differenza della mosca non hanno mestieri d'uncini per rattenersi alla Terra onde non cader nello spazio. E chi non vorrà venir meco investigando qual sia il portentoso ritegno che da tanto precipitamento li salva?

37. Ogni materia, di che è composto il terrestre globo, ha in sè una tendenza a star tra sè unita. Non è particella sì minima che questa legge non senta. Onde nasca e come operi, tutto in vero è un arcano. Ma è fuor di dubbio ch' esiste; anzi niente ha la Fisica di più certo. Nè dee maraviglia destare, se quelle cose, che sono d' una stessa natura, si cerchino a vicenda ed amino d' accoppiarsi.

38. E vaglia il vero, per qual ragione dee dirsi, che se una spugna s' immerga non tutta nell' acqua, questa ascenda bel bello a impregnare le parti della spugna che son fuor dell' acqua? Si può egli dire altra cosa, se non che la spugna attrae l' acqua, e l' acqua cerca la spugna?

39. Così a chi ben guarda, in bicchiere non tutto pieno la superficie dell' acqua fa come scodella, depressa un tantino nel mezzo, e rialzata più che s' appressa al bicchiere, quasi che l' acqua con le pareti di quello si attraggano e si cerchino mutuamente. All' incontro s' empisca il bicchiere quanto capir vi può, e si vedrà la superficie dell' acqua pigliar contraria forma, colmeggiando nel mezzo e soprastando per tut-

to visibilmente agli orli della tazza; trattenuta sì fattamente dal traboccar tutto intorno non da altro per certo, che dalla attrazione reciproca delle proprie molecole. Così da una sola virtù effetti contrarj si spiegano. Che se fosse proprio dell'acqua acconciarsi in concavo od in convesso, sempre in una maniera si adagierebbe.

40. Ed a quale altra cagione attribuir si vorrà quel comporsi che fa pur l'acqua in globetti emisferici, quando venga spruzzata sopra una tavola? Il che maggiormente appare nel mercurio versato. Che se l'attrazione reciproca delle particelle non le tenesse così sospese in globetti, sì il mercurio che l'acqua dovrebbono del tutto appianarsi e distendersi in sottilissimo strato.

41. È poi facile ad ogni persona osservare, bevendo il caffè, quelle bianche bollicelle, che spesso vi soprannuotano. Pongasi mente come il lor moto si accelera visibilmente, allorchè son vicine una all'altra, o alle pareti della tazza. Sembrano quasi precipitarsi all' accoppiamento, nè può chi vi bada chiuder l'adito all'idea dell'attrazione reciproca.

42. Ma una sperienza di *Morveau* me-

rita d'essere addotta, perchè decisiva. A un de' bracci d'una bilancia egli appese orizzontalmente una lastra di cristallo rotonda, di due pollici e mezzo di diametro, e mise nel guscio opposto i pesi occorrenti a produr l'equilibrio. Indi prese un vasetto pien di mercurio e lo appressò per di sotto fino a toccare appena il cristallo. Allora trovò ch' era d'uopo aggiunger dall'altra parte ben 9 grossi, 18 grani, per rompere l'equilibrio, e vincere l'adesione risultante dal contatto.

43. A che stiamo però da minute e parziali esperienze accattando prove di ciò, che per tutto risplende a manifesti segni sì in cielo che in terra? La materia, di che son composti il Sole, e la Luna, non che i pianeti, e le stelle, si distacca ella forse e disperde, precipitando a nostro modo di dire all'ingiù? Non altrimenti ogni parte del nostro globo si tiene unita alla massa. Ed in questa tendenza reciproca all'unione tutto consiste il misterio della gravità: poichè non d'altro è bisogno che di quella propensione, perchè il sasso slanciato in alto ritorni al suolo. Ma ogni corpo è grave: dunque ogni corpo tende ad unirsi alla massa, ed è dalla massa at-

tirato. Dunque attrazione e gravità non sono altro che due nomi diversi d'una sola virtù: virtù veramente degna di chi l'ha impressa nella materia; poichè quasi sola basta a produrre tutti i fenomeni principali della natura. Che se i corpi son duri, o molli, o liquidi, o elastici, che altro è tutto ciò se non che modificazion della gravità? Da essa vedremo a suo luogo, che nascono essenzialmente tutti i moti degli astri, non che l'equilibrio d'ogni corpo celeste e di tutti insieme. Qui sta in fatti la magnifica impronta del divino consiglio e possanza: in pochissime cause prime fondar la facoltà generatrice di tutte le maraviglie dell'Universo. Ma ritorniamo a batter direttamente lo scopo nostro.

44. Ogni corpo, il qual cada liberamente, viene per via diritta e per la più corta a ferire il suolo. Questo si chiama cadere a piombo; vale a dire secondo la direzione che ha un filo, il qual sostenga in aria un piombo, quale usanlo i muratori. La direzion di quel filo dicesi *perpendicolare* alla superficie terrestre. Cadono dunque i corpi per linea perpendicolare alla medesima superficie. Ma così, così appunto esige la

legge dell' attrazione d' una massa sferica. Ingegniamoci d' appianare, se fia possibile, l' intelligenza di questa vitale proposizione.

45. Ognuno conosce una ruota da carrozza. Le razze, volgarmente raggi, sosono visibilmente perpendicolari al cerchio della ruota. La prova è questa; che quando la parte di cerchio, dov' è conficcato un de' raggi, tocca il suolo, allora quel raggio sta nella direzione, che abbiamo detta, del perpendicolo. Or se col medesimo colpo, con cui si fendesse per mezzo un de' raggi in tutta la sua lunghezza, si spaccasse altresì la ruota in due parti, ognun vede che queste sarebbero uguali. Il potere attrattivo d' ognuna sarà dunque uguale, poichè ugual quantità di materia è in ciascuna. Se si finga pertanto ricongiunta la ruota, ogni corpo fuori di quella, il qual fosse situato nella direzione della sua fenditura, sarà attirato necessariamente secondo la direzione medesima: poichè l' attrazione da parte sinistra essendo uguale all' attrazione da parte destra, il loro conato sarà equipollente, onde il corpo attirato non potrà piegarsi più all' una che all' altra. Sia dunque il corpo situato, fuor della ruota, nella

direzione di qualunque de' raggi, o degl' interstizj fra quelli, sempre potrà concepirsi spaccata la ruota in due parti eguali secondo una funicella o una linea che vada dal corpo al centro della ruota: secondo questa linea opererà dunque sempre l'attrazione del corpo alla ruota; e questa direzione, per le cose dimostrate, sarà sempre perpendicolare alla superficie del cerchio della ruota. Ma una palla si può contemplare come formata da molte ruote che s'incrocicchiano insieme. Però trasportando alla palla il discorso fatto sopra la ruota, sarà forza conchiudere: che ogni massa rotonda deve tirare a sè gli altri corpi per linea perpendicolare alla sua superficie; come assunto avevam di provare.

46. Lungi per tanto che la figura sferica della Terra renda difficile da intendere, come facciano gli uomini a camminarvi su, tutt'intorno; sarebbe anzi da dire, che non potrebbero starvi diritti, se la Terra fosse piatta. Imperocchè si supponga, che questa pagina, per quanto è compresa dalle 30 linee stampate, rappresenti la superficie terrestre tutta a un livello. Egli è chiaro che un corpo, il qual cada da un punto corrispondente a perpendicolo sopra la quar-

ta linea, non già sopra quella ma sulla quinta o sulla sesta verrà a piombare, poichè l'attrazione della materia, contenuta sotto le 26 linee inferiori, lo chiama verso la parte inferiore con molto maggior forza, di quella che possa avere la massa, rappresentata dalle 3 linee superiori, per attirarlo verso di sè. I corpi cadrebbero dunque per linea inclinata alla superficie; obliqua sarebbe la direzion della gravità, e noi cammineremmo così di sghembo, siccome stanno gli appoggiatoj delle scale.

47. Quella sola virtù, onde la materia si cerca e si attrae reciprocamente, basta poi a provare, che tutta la massa terrestre dovea comporsi in globo; poichè questa è la figura, in cui meglio che in qualunque altra poteva ogni particella collocarsi nella maggior vicinanza possibile a tutte le altre. Vero è che a pigliar tal collocamento, caso che non l'avesse dal bel principio, sembra che la materia solida esser dovesse impedita dalla sua natural coesione. Ma poichè dalla Genesi si deduce, che il caos primitivo fosse tutto inondato e coperto d'acque, nulla osta a supporre, che quell'ammasso confuso di materia informe fosse in allora assai molle, e poi

siasi indurito col tempo e per la continua pressione del proprio peso.

48. La rotondità della Terra si può dunque contemplare come un effetto necessario dell'equilibrio, che prender dovevano le sue parti. Se ogni parte tende alla massa, e se la direzione di queste tendenze è per tutto, qual trovasi in fatto, perpendicolare alla superficie terrestre, ne viene che tutte dirigonsi verso il centro, come si vede nelle razze, che prolungate s'incontrerebbero tutte nel punto di mezzo della ruota. Il centro della Terra è dunque il punto, verso il qual là materia terrestre gravita e tende da ogni parte. Se queste tendenze non fossero in direzione contraria una all'altra, come appunto le razze d'una ruota, non potrebbero equilibrarsi, ma la Terra dovrebbe cader nello spazio verso quella parte alla quale fosse maggior la tendenza del suo peso. Si conchiuda pertanto, che senza la forma sferica non vi può esser tendenza ad un centro comune di gravità; e che senza una tale tendenza non vi può essere equilibrio, nè si può intender più come facciano il Sole, la Luna, e gli altri corpi celesti, a star sospesi nel cielo senz'alcun sostegno.

49. Del resto guardando gli astri, così isolati come sono, e col cielo che li circonda da ogni parte e non finisce in alcuna, chi può dire qual porzione di loro sia sopra e qual sotto, dove l'alto e dove il basso? Queste sono espressioni del tutto improprie, e relative soltanto alla particolar situazione del riguardante. Noi camminiamo colla testa in giù rispettivamente ai nostri antipodi, cioè agli abitanti di quella parte del globo, la quale è di sotto rispetto a noi. Ma la verità è che nel Cielo nè sulla Terra non v'è alto nè basso assoluto, ma solamente relativo al centro d'ogni corpo celeste: per il che in qualsivoglia situazione d'intorno al globo terrestre si deve dire ugualmente, che i piedi degli uomini sono inferiori alla testa; poichè la parte superiore è dappertutto quella che dal centro della Terra sta più lontana.

50. Assai credo provato abbiamo, che la Terra è di forma rotonda. Ma perchè veramente non è ella a puntino sferica, resta ora da investigar più minutamente la sua precisa figura. Il primo mezzo impiegato per iscoprirla consiste in misure prese alla superficie. Per ben capir come possano queste condurre all'

intento, gioverà novamente ricorrere alla ruota d'una carrozza. Dodici essendo ordinariamente le razze, suppongo che sieno poste con diligenza a distanze uguali l'una dall'altra. Suppongo ancora che questi raggi finiscano in punta acuta, e siano un pochetto più lunghi del solito, tanto che giungano a trapassar la grossezza del cerchio di ferro. Non è egli vero che questo cerchio sarà diviso da quelle punte in dodici archi o porzioni uguali? cosicchè le distanze da una punta all'altra successivamente, misurate sul detto cerchio, saranno fra loro uguali? Se dunque si prenda l'esatta dimensione d'una sola di queste distanze, non è egli evidente che quella misura, moltiplicata per 12, manifesterà la lunghezza del cerchio intiero, senza bisogno di misurarlo tutto? Che se in vece di 12 raggi, la ruota fosse cotanto grande da poterne portare comodamente 360, similmente avverrebbe che misurando una sola distanza tra le punte di due raggi contigui, e moltiplicandola per 360, si avrebbe da questo computo la misura della lunghezza del cerchio intero. Questo appunto è ciò che fu fatto sopra la Terra.

51. Nel seguente Capitolo si vedrà,

come per osservazione di stelle si posson trovare sul nostro globo esattissimamente due punti, che siano distanti un dall'altro d'una porzione trecensessantesima della circonferenza terrestre; la qual porzione si appella *grado*, perchè ogni cerchio dai Geometri si divide in 360 gradi. Misurata pertanto in pertiche, con ogni immaginabile accuratezza, la lunghezza di un grado, in diverse e remote regioni, si trovò che non era per tutto uguale, qual pur esser dovrebbe, se fosse la Terra perfettamente rotonda. Il grado misurato nel Perù, appresso alla Linea Equinoziale, risultò notabilmente minore del grado misurato in Lapponia, verso al Polo; e la misura d'altri gradi intermedj pur confermò, che la lunghezza del grado via via diventava maggiore, partendo dall'Equatore ed andando ai Poli. Apparve da ciò manifestamente, che la Terra era schiacciata ai poli, a guisa d'una cipolla, la qual sia per altro poco men che rotonda. Imperciocchè un arco di ruota piccola è più convesso e più curvo d'un arco eguale di ruota più grande. L'arco meno convesso appartiene dunque alla circonferenza più grande. Ma nella circonferenza più grande ogni grado è

più lungo, poichè i gradi sono sempre 360. Verso i poli ove il grado trovossi più lungo, là dunque la Terra sarà men convessa, che è quanto dir più schiacciata. Dunque col decrescer dei gradi la superficie terrestre si rileva e s'allontana dal centro, secondo che si discosta dai poli e si accosta all'equatore.

52. Ma un'altra esimia prova dello schiacciamento del nostro globo scaturì nel passato secolo. Un orologio da pendolo portato dalle nostre zone temperate alla torrida, fu trovato fare nell'intervallo d'un giorno nell'isola di Cayenna 148 oscillazioni di meno, di quel che facesse prima in Parigi. Il pendolo semplice non è altro, che un peso attaccato all'estremità d'una verga. Per intenderlo meglio, rappresentiamoci un filo appiccato ad un chiodo, e portante un peso nell'altro capo. Il peso in virtù della sua gravità tiene il filo a piombo. Se il peso si percuota ancorchè leggermente, la gravità il fa cadere nel suo primo sito: se non che il moto acquistato in questa caduta lo sforza a risalire dall'altra parte; dalla qual similmente cadendo torna a montar dalla prima: ognuna di queste cadute si chiama una vibrazione, od oscillazione. La re-

sistenza dell'aria, che il peso fende andando e venendo, abbrevia a poco a poco le vibrazioni, fin a tanto che il peso torna a fermarsi nel perpendicolo. Così farebbe anche il pendolo, se i pesi dell'orologio non gli restituissero di continuo quella forza che gli vien tolta dall'ostacolo dell'ambiente, e con ciò mantenessero sempre vive ed eguali le sue vibrazioni. S'intenda per tanto, l'oscillazione d'un pendolo non esser altro, che la caduta d'un corpo a cagion della gravità. Se questa caduta, per una causa qualunque, divenga più lenta, l'oscillazione dura più tempo; ed il numero delle oscillazioni, in un giorno od altro intervallo, si fa minore. Or così s'è osservato e si osserva costantemente, che adoperando quel medesimo pendolo d'una data lunghezza, e dandogli il moto stesso, si fanno a Cayenna nello spazio d'un'ora sei oscillazioni di meno, di quel che a Parigi.

53. Questo fenomeno non si potrebbe attribuire fuorchè a tre cause. O il maggior caldo in Cayenna slunga la verga del pendolo; o la resistenza dell'aria vi è maggior che a Parigi; o il medesimo pendolo finalmente (parrà pur questa la strana cosa a parecchi lettori) pesa

meno in Cayenna di quel che pesi in Parigi.

54. La prima causa non è sufficiente. Certo è verissimo che, quant'è più lungo il pendolo, tanto è più lenta l'oscillazione: a segno che un pendolo, lungo un piede, fa due oscillazioni, intanto che un altro, lungo quattro piedi, ne fa una sola. Ma la differenza del calore, da Cayenna a Parigi, misurata col termometro, non può allungare, per esperienze fatte, la verga del pendolo, se non d'una quinta parte di quell'allungamento, che l'esperienza ha pur fatto veder necessario per fare sei vibrazioni di meno in un'ora.

55. La seconda causa non è nè sufficiente, nè ammissibile. A produr quello scemamento di vibrazioni bisognerebbe, che la densità dell'aria in Cayenna fosse maggiore di quella di Parigi in grado tale, che la salute degli uomini e la respirazione dovrebbero risentirsene. Egli è molto da dubitare, dice *Bailly*, che in una atmosfera di tal densità potessero gli uomini vivere. Ella poi non può ammettersi assolutamente. Imperciocchè l'orologio non essendo costrutto per vincere quella resistenza, il pendolo perderebbe a poco a poco il suo mo-

to, e si fermerebbe, se pure non si aumentassero i pesi dell' orologio. Ma non si accrebbero i pesi, ed il pendolo non si fermò. Dunque della densità dell'aria non è da parlare.

56. Egli è forza per tanto gittarsi alla terza causa, e conoscere e confessare, piaccia o non piaccia, che un medesimo corpo pesa più in un paese che in un altro. Dal tempo delle cadute del pendolo trasportato in diverse regioni, o vero dalla diversa quantità delle sue oscillazioni, è manifestamente apparito a moltiplici prove, che l'azion della gravità si sminuisce, secondo che dal polo si va verso l'equatore. Quando parleremo della rotazion della Terra si vedrà, che questo fenomeno, che ora ci fa strabiliare, è un effetto naturalissimo. Lasciando la causa per ora, contentiamoci de' fatti, e discorriamo così. Se la materia terrestre intorno alla linea equinoziale pesa meno della materia d'intorno ai poli, certo bisogna perchè vi sia l'equilibrio, il qual già vedemmo quanto sia indispensabile, bisogna, dico, che alle parti dell' equatore la quantità della materia sia maggiore che non è ai poli, poichè in tal modo l'eccesso nella quantità supplirà alla man-

eanza nel peso. Bisogna dunque, che dal centro della Terra alla superficie sia maggior la distanza nelle parti dell'equatore, che in quelle dei poli; poichè in maggior tratto sarà contenuta maggior quantità di materia. È dunque provato anche dall'esperienze del pendolo, combinate con l'equilibrio richiesto dalle leggi più generali e più certe dell'idrostatica, che la Terra dev'essere ed è in fatti rilevata all'equatore, e compressa ai poli.

57. Dalla congerie de' ragionamenti, che abbiamo tentato di svolgere, oramai può conchiudersi francamente, che la figura della Terra, simile a quella d'una cipolla poco men che rotonda, è ridotta una verità matematica. Vedremo nel Capitolo seguente la real sua grandezza, e le positive sue dimensioni.

CAPITOLO IV.

DELLE DIMENSIONI DELLA TERRA.

58. S'è già mostrato (50), che per saper quanto lunga sia la circonferenza della Terra, non è necessario prenderne la misura tutto all'intorno, ma basta pigliarla d'una piccola parte, pur-

chè si sappia la relazione che passa tra questa porzione e l'ambito intero. Se si misuri, per esempio, la lunghezza in pertiche d'una trecensessantesima parte del circuito terrestre, ognun vede che moltiplicando poi quella quantità di pertiche per 360, si saprà quante pertiche lunga sia la circonferenza tutta.

59. La difficoltà consiste in trovar due punti sulla superficie del globo, de' quali affermar si possa che siano realmente distanti un dall' altro d' una trecensessantesima parte, nè più nè meno, della circonferenza terrestre. Ciò in fatti sarebbe impossibile senza l'ajuto delle stelle. Come dunque pervengasi dagli Astronomi a determinar que' due punti, or m' accingo a svelare.

60. Se due strade s'incontrino in guisa che non facciano per diritto una strada sola, si dice da' Geometri, che quelle due strade nell' incontrarsi fanno angolo. Parimente fa angolo il muro di facciata d'una casa con quello di fianco; lo spigolo che li termina è l'angolo dei due muri. Se si apre un ventaglio, i suoi stecchi fanno angolo l'un con l'altro. *Angolo* in somma è l'inclinazione scambievole di due linee che si toccano. Secondo che sono più o meno

inclinate una all' altra, la grandezza dell'angolo è minore o maggiore. Se si aprono quattro stecchi soli d'un ventaglio, l'angolo di quell'apertura è la metà dell' altro che nasce dall'aprirne otto. La grandezza d'un angolo si può dunque misurare dalla quantità degli stecchi aperti, applicandogli un Istrumento il qual abbia similitudine al ventaglio. E quanto più gli stecchi, o ciò che li rappresenta, saranno sottili, tanto più si otterrà per minuto la misura degli angoli.

61. Or qui è da notare una distinzione che importa molto: ed è che la lunghezza degli stecchi non ci entra per niente nella grandezza dell'angolo. Dall' essere lunghi o corti l'angolo non si muta, siccome quel che consiste soltanto nel loro numero, o sia nella quantità dell'inclinazione reciproca dei due estremi, che sono i lati che comprendono l'angolo. Se per tanto una ruota da carrozza si faccia talmente grande da poter contenere comodamente 360 raggi, adattati a distanze eguali un dall' altro, facciam di considerare quel punto ove tutti s'incontrerebbero nel centro della ruota, ed avremo 360 aperture, o sia angoli tutti eguali.

Ma anche il cerchio della ruota riman diviso dalle punte de' raggi in 360 porzioni od archetti uguali (50). Dunque potranno esser misurati gli angoli dagli archetti opposti: e poichè (51) il circolo si divide in 360 gradi, perciò ciascuna delle accennate 360 porzioni sarà un archetto di un grado, e l'angolo opposto sarà parimente di un grado. Ma se prima avvertito abbiamo, che la grandezza dell' angolo è sempre costante, qualunque sia la lunghezza de' raggi: or fa d'uopo riflettere che il contrario succede riguardo agli archi, la cui grandezza si fa vie maggiore quanto è più grande il circolo. L'arco di un grado può dunque avere infinite grandezze diverse, se si guarda la sua lunghezza *effettiva* o *assoluta*: mentre poi la grandezza sua *relativa* a quella del cerchio rimane perpetuamente la stessa, essendo egli sempre una porzione trecensessantesima della circonferenza.

62. Queste cose premesse, sia ora una ruota da 360 raggi, situata in maniera, che mettendo l'occhio nel centro, e mirando lungo un de' raggi, si appunti nel cielo una stella, e lungo il raggio contiguo un' altra; non è egli vero che quelle due stelle potranno dirsi distanti

un grado l'una dall'altra? Imperciocchè que' due raggi, prolungati quanto bisogna, anderebbero ad investirle, nè quel prolungamento induce alterazione veruna nella grandezza dell'angolo da essi contenuto. Si può dunque col mezzo di stromenti astronomici esquisiti, rappresentanti un cerchio o una data porzione di cerchio, rinvenire due stelle che sieno a puntino nella distanza angolare di un grado l'una dall'altra.

63. Per trovar poi sulla Terra due punti che sieno distanti un grado tra loro, basta concepire due linee che stendansi dal centro di essa fino a quelle due stelle: i punti ove dette linee trapasserebbero la superficie terrestre, saranno evidentemente i due punti cercati. Imperocchè l'arco della Terra da essi compreso, sarebbe opposto ad un angolo di un grado, formato nel centro dalle due linee, e determinato di tal quantità dalla distanza angolare già nota delle due stelle. Or eccomi a dichiarare delle varie maniere una per rinvenire praticamente li soprannominati due punti.

64. S'è veduto (44, 48), come lasciando pendere un peso appiccato ad un filo, la direzion di quel filo va drit-

tamente al centro della Terra. Trasportisi dunque un astronomo fino in parte, dove una delle anzidette stelle s'incontri ad essere giustamente sopra il suo capo, cioè nella direzion di quel filo all'insù: e vada un di lui compagno a cercar l'altro punto della Terra, dove anche l'altra stella si trovi al medesimo istante in egual direzione del perpendicolo. Que' due punti della superficie terrestre saranno senza dubbio lontani un grado l'uno dall'altro: posciachè per que' punti passano le linee mentali, che dal centro del globo vanno a colpir le due stelle. Cotesta linea mentale è determinata dal filo, che si dirige alla stella all'insù, ed al centro della Terra all'ingiù. Niente v'ha poi di più facile nè di più sicuro in Astronomia, come il trovare cogl'Istromenti se una stella sia veramente al *zenit*; che è quel punto del cielo a cui tende il filo già detto.

65. Del resto non è poi necessario, che la stella sia precisamente al zenit; quando l'astronomo ha i mezzi di misurare in frazioni minutissime del grado, quanto ne sia lontana. Nè tampoco è necessario l'adoperare due stelle, come abbiam cominciato a supporre per

più facile intelligenza; ma una sola è bastante: mentre qualora la sua distanza dal zenit di un luogo della Terra superi d'un grado la sua distanza dal zenit d'un altro luogo, osservata contemporaneamente, sarà altrettanto vero, che que' due luoghi sono lontani un grado tra loro. Finalmente non è necessario nè pure, che l'eccesso dell'una sull' altra distanza dal zenit sia di un grado precisamente; quando gli stromenti son già capaci di denotare le più minute suddivisioni.

66. Misurano dunque gli Astronomi con l'ajuto delle stelle, quanti gradi, quanti minuti, e quanti secondi della circonferenza terrestre siano distanti un dall'altro due luoghi, dond'abbiano fatte le osservazioni: (il grado si divide in 60 minuti, il minuto in 60 secondi). La perfezione degli strumenti è omai tale, che quando fallassero di due secondi in cotal determinazione, questo sarebbe il massimo errore che possan commettere. Or due secondi della circonferenza terrestre abbracciano un tratto, che non arriva a 32 tese, o sia pertiche Parigine, da sei piedi l'una: errore insensibile per rispetto alla lunghezza di un grado, la qual va alle 60 miglia.

67. Resta per tanto da misurare a pertiche la lontananza effettiva tra gli accennati due luoghi, affin di conchiuder, col mezzo della regola aurea, quante pertiche lungo sia un grado della circonferenza terrestre. Se la superficie della Terra fosse perfettamente liscia ed eguale; senza valli, montagne, boschi, fiumi, ed altri impedimenti; si potrebbe misurar, colla pertica alla mano, l'accennata distanza da un capo all'altro. Ma tanti sono gli ostacoli che s'incontrano, che non v'ha forse alcuna parte del globo, dove tale misura sia praticabile pel tratto intero d'un grado. Sono dunque obbligati gli Astronomi di ricorrere ad altri spedienti.

68. Ne' contorni del luogo, dove ha principio la linea che debbono misurare, eleggono la regione più sgombra; e misurano con la pertica una distanza di sei miglia per lo meno, per quel verso che il possono meglio. Questa misura si prende con tante diligenze, che non si penserebber nè pure dal comune degli uomini. E prima la lunghezza delle pertiche è ridotta ad una esattezza, si potria dir, matematica: poi nell'adoperarle si sta del continuo col termometro alla mano, per tener conto d'ogni

gni minimo allungamento che ad esse intervenga per causa del caldo, od accorciamento a motivo del freddo, nelle ore diverse della giornata: inoltre non si usano mai, senza che ad ogni posata il livello testifichi se la pertica sia perfettamente orizzontale. Che se il cammino non è sempre piano, si fa scrupoloso registro d'ogn'ineguaglità, e computando le correzioni adeguate, si riducono le misure a un livello solo: nè queste sono ancor tutte le cure che mettonsi, e per virtù delle quali ordinariamente succede, che in un tratto di sei miglia, misurato due volte per maggior sicurezza, non s'incontra il divario nè pur d'un piede dall'una all' altra misura.

69. Una distanza così misurata si chiama la *base*: nè senza buona ragione, poichè su quella veramente si fonda quasi che tutta la sicurtà delle susseguenti operazioni. Misurata la base, si piantano gl'Istrumenti nell'una e nell' altra delle sue estremità, per collimare ad un Campanile, Torre, o Segnale qualsivoglia, il qual sia fuori della base in sito appropriato all'intento. Si misura cogl'istrumenti, di quanti gradi, minuti, e secondi sia ciascuno degli

angoli che fa la base con le linee visuali, che vanno al campanile dall'uno e dall'altro de' termini della base. Conosciuta così la grandezza di questi due angoli, tal cognizione congiunta con quella della lunghezza della base bastano ad inferire per via di computo quanta sia la lontananza del campanile, così dall'uno come dall'altro de' punti estremi della base. Le regole di questi computi per sè stesse sono infallibili: se poi si fossero commessi errori nel misurar la base, o gli angoli, in tal caso adoprando nel calcolo dati erronei, certo le due distanze, che se ne traggono, hanno a patirne in proporzione. Nella presente finezza degl' istrumenti si può misurar la base e gli angoli con tal precisione, che niuno degl' intervalli, trovati col computo, porti l'errore nè pur di due piedi.

70. Fatta quest' operazione, si elegge e considera come base una delle distanze, determinate come sopra col calcolo, e su quella misurando gli angoli per rispetto ad un altro campanile, si rinvengon le lontananze del medesimo dalle due estremità della seconda base. Ed in questa maniera procedendo, si stabiliscono le posizioni, o sia gl' interstizj

tra i paesi tutti d'una Provincia, d'un Regno, ecc. senza bisogno di misurar colla pertica altro che una distanza sola, qual si è la prima base: e questo è un de' modi più esatti per fare una Carta topografica. Ma tenendoci al nostro scopo diremo, come con le dichiarate operazioni di base in base si va a terminar nelle vicinanze della seconda estremità della linea principale, che vuol misurarsi; e si determina lo spazio che disgiunge la detta estremità da una delle ultime stazioni; siccome della prima estremità si deve già avere determinato il dilungamento da una delle prime stazioni. In questa maniera si perviene per cammino tortuoso, cioè per diverse linee, tutte di lunghezza conosciuta, dall' uno all' altro capo della linea principale: ed è poi facile, sapendo la lunghezza e la posizione delle accennate linee ausiliarie, dedurne col calcolo la lunghezza esattissima di quella per diritto che si cerca. Per accertarsi d'avere operato bene, si misura colla pertica una delle ultime distanze, determinate, come s'è detto, col calcolo, e si riconosce se la misura si accordi col computo. Gli Accademici Francesi nel Perù non trovarono in simil prova altro

divario che di due piedi, dopo la catena di 27 basi, che servirono a determinare una lontananza di 180 miglia.

71. Con questi mezzi, accompagnati da incredibili cure e fatiche, molestie delle stagioni, impedimenti di transito, sono state prese oramai più e più misure di gradi. L'operazione al Però non costò meno di otto anni di tempo al *Condamine* ed a'suoi compagni, e ne risultò: la lunghezza del grado nelle parti dell'equatore o della linea equinoziale esser di tese 56753. All'incontro in Lapponia, nella maggior vicinanza al polo ove siasi potuto da *Maupertuis* ed altri Accademici Parigini eseguire sui ghiacci e le nevi una tanta impresa, il grado trovossi di tese 57422. La differenza da quello a questo è di tese 669. Egli è assolutamente impossibile che tanta disparità provenga da errori scorsi in quelle operazioni. Le cure scrupolosissime esercitate da uomini dottissimi, l'eccellenza e grandezza degl'istrumenti, il riscontro della misura effettiva sopra una delle ultime basi, tutto concorre ad escluder ogni sospetto di tanto abbaglio.

72. Convien però confessare una causa esservi d'errore, la qual può restare

occulta. Per misurare col quadrante, o porzion di quadrante, la distanza d'una stella dal zenit, si fa uso d'un sottilissimo filo, il qual porta un peso, e che applicato all'Istromento fa conoscer la linea del perpendicolo. Questo filo denota infallibilmente la direzione o la linea che va al zenit, purchè libero sia da qualunque impulso che declinar lo facesse. Ma se sorgano da una banda montagne vicine, e se dall'altra vi fossero inoltre vaste cavità sotterranee, in questi casi l'attrazione della materia terrestre, di cui ragionammo nel Capitolo antecedente, saria maggiore dalla parte delle montagne, minor dalla parte opposta; ed il peso sostenuto dal filo ed il filo stesso sarebbero più attirati verso di quella che verso di questa; onde il filo perderebbe quella giusta situazione del perpendicolo, dalla quale dipende la bontà dell'osservazione che l'astronomo fa. Allora esso filo denoterebbe nel cielo un falso punto per zenit, e la distanza del detto punto dal vero zenit sarebbe l'errore, che l'astronomo commetterebbe senza saperlo.

73. Sono state fatte diverse sperienze per discoprire gli effetti dell'attrazione delle montagne sul mentovato filo; e

chi trovò un'aberrazione di 6 secondi, e chi di 7, in circostanze trascelte dov' esser doveva la più gagliarda. Ma 6 a 7 secondi di deviazione del filo non producono altro errore, che d'un centinajo di tese. Egli è molto improbabile, che l'errore sia stato ogni volta così grande, in ciascuna delle quattro stazioni, ove furon fatte le osservazioni celesti, cioè due nel Perù, e due in Lapponia; improbabile inoltre la cospirazion degli errori ad accumularsi tutti quattro per un verso, in vece di compensarsi un con l'altro o in tutto o in parte: ma volendo anche ammettere tutte le combinazioni più sfortunate e più inverisimili, la somma anderebbe finalmente a 200 tese per parte, ed in tutto a 400. Resta ancora tra li due gradi, di cui si tratta, una differenza di 269 tese, la quale eccede notabilmente ogni altro errore escogitabile. Egli è dunque fuor d'ogni dubbio che la lunghezza del grado è maggiore in Lapponia o sia verso al polo, di quello che all' equatore.

74. Ma questa conclusione riceve l'ultima forza dalle misure prese di più e più gradi intermedj, ciascun de' quali, niuno eccettuato, fu trovato maggiore di quello del Perù, e minore di quello

di Lapponia. Egli è vero che queste misure non crescono tutte a scala, secondo che sono più lontane dall' equatore e più vicine al polo. Vi si meschia pur troppo qualche irregolarità: cioè il grado più lontano dall' equatore non è sempre maggiore del più vicino. Ma poichè queste irregolarità, riferite come vedrassi ad un modulo comune, non arrivano mai a 200 pertiche, perciò possono sempre imputarsi alla causa accennata delle attrazioni ineguali sul filo. E così resta inconcussa la verità capitale stabilita dai gradi estremi, e da cui si deduce invincibilmente, come s' è dimostrato nel Capitolo scorso: che la Terra è schiacciata ai poli e rilevata all' equatore.

75. Tocca ora alle misure de' gradi il condurci a conoscere le dimensioni del Globo. Ma perchè le variazioni de' gradi in lunghezza non procedono con perfetta regolarità; così non da uno, nè da due, ma da molti o da tutti li gradi misurati fa d' uopo dedurre una quantità di mezzo per ogni dimension che si cerca. Vogliono le regole della probabilità, che in tal modo gli errori occulti delle diverse misure si ricompensino tra loro, almeno in gran parte, e

piccola rimanga l' incertezza. Ma per poter chiamare a stretto confronto le varie misure de' gradi, è indispensabile in prima ridurle tutte ad un modulo comune: per esempio, inferire da ogni grado misurato, quanta esser debba in proporzione la lunghezza del grado nella latitudine di mezzo tra il polo e l' equatore, che è quella dei gradi 45, ed è appresso poco la latitudine delle regioni in cui scriviamo. A sì fatta illazione egli è poi di necessità il presupporre, che la Terra abbia una figura regolare: e però fa mestieri indagar primamente qual esser possa questa figura.

76. Abbiamo veduto (52), siccome il pendolo fa in egual tratto di tempo più vibrazioni ne' paesi lontani dall' equatore, che nei vicini. Abbiamo veduto (56), che questo fenomeno prova lo schiacciamento del globo, e per conseguente minor la distanza dal centro al polo, che non dal centro all' equatore. Or dobbiamo annunziar di più, che la varia quantità delle oscillazioni, osservata a diverse latitudini, mantiene una regolarità che può quasi dirsi perfetta, e la gradazion delle variazioni è tale, come se la figura della Terra fosse ovale, o sia quella d' un' ellisse. Se tal figura non

è sicurissima, è però indubitato da tutti gli argomenti fin qui tentati, che altro non può essere, se non se molto prossimamente elittica. Sulla base pertanto della figura predetta è da cercare in primo luogo; qual sia la differenza che passa tra li due assi della Terra, o sia tra le loro metà, vale a dire tra il raggio polare, ed il raggio equatoriale (*raggi* si chiamano le distanze dal centro alla superficie).

77. Il pendolo che batte i secondi all'equatore e al livello del mare, è lungo, secondo le accuratissime esperienze di *Bouguer*, piedi tre parigini, sette linee, e sette centesime di linea. Per *pendolo che batte i secondi* s'intende quello che fa 60 oscillazioni in un minuto, 3600 in un'ora, e 86400 in un giorno di 24 ore. Le lunghezze del pendolo, ridotto a battere i secondi in diversi luoghi più e più lontani dall'equatore, si trovarono crescere per una scala, da cui si deduce che la lunghezza al polo, se andar vi si potesse, eccederebbe di due linee, trentotto centesime, quella osservata all'equatore. Così risulta dalla diligentissima discussione del *Lalande* (*Mém. de Paris* 1785, pag. 1). Una tal differenza è la cen-

tottantacinquesima parte della lunghezza totale del pendolo. E poichè l'allungamento del pendolo è proporzionale all'aumentazion della gravità; mentre in tanto fa d'uopo allungare il pendolo in quanto, pesando di più, fa le vibrazioni più rapide di quel ch'esser devono per battere i secondi; però si conchiude, che un corpo il qual pesi 185 libbre all'equatore, portato al polo ne peserebbe 186: e così in proporzione ne' luoghi intermedj, o in pesi maggiori. Per esempio in Modena il pendolo deve esser lungo tre piedi, otto linee, ventiquattro centesime di linea: e il corpo, pesante all'equatore 185 libbre, peserebbe in Modena mezza libbra di più.

78. *Clairaut (Figure de la Terre*, pag. 143, 249 *)* insegna una regola mediante la quale, essendo nota la differenza della gravità, si viene in cognizione della differenza de' raggi. Posta la prima, come dicemmo, di un centottantacinquesimo, risulta la seconda di un trecentoquattresimo. Laonde se la distanza dal centro alla superficie terrestre fosse, a cagion d'esempio, di 304 miglia all'equatore, quella al polo sarebbe di miglia 303.

79. *Boscovich (Voyage astronomique*, pag. 501 *)* ha fatto uso d'un metodo

sagacissimo per indagar la differenza degli assi, comparando insieme le misure de' gradi. Ei la trova d'un trecentundecimo, da undici misure di gradi; e di un ducentononantasettesimo restringendo il suo calcolo a sei gradi soli, le cui misure meglio s'accordano tra di loro.

80. Quindi si vede che le misure del pendolo non discordan gran fatto da quelle de' gradi nel definir quanta sia l'elitticità della Terra, cioè la differenza dal diametro maggiore al minore. Adottandola in numero rotondo di un trecentesimo, come vi si determina anche il *Lalande* (*loco citato*), ho dedotto da ognuno dei dieci gradi più accreditati, de' quali egli riferisce le misure (*Astromie* art. 2691), quanto debba esser lungo il grado di mezzo tra il polo e l'equatore, cioè nella latitudine ai gradi 45: che è ciò che mi sono proposto di sopra. Le quantità che ho trovato sono le seguenti, espresse in pertiche parigine: i numeri dopo la virgola sonó centesime della tesa.

Dal grado del Perù	57037, 47
Da quello del Capo di B. Sp.	57150, 48
Dal grado d'Italia	56998, 91
Da quello di Pensilvania	56945, 29
Da quel della Francia merid.	57028, 00

Da quel di Piemonte	57071 , 64
Da quello d'Ungheria	56871 , 57
Da quello d'Austria	57049 , 00
Da quel della Francia settent.	57025 , 43
Da quello di Lapponia	57227 , 20

81. Queste quantità esser dovrebbero tutte eguali, se la Terra è veramente ellittica, se l'ellitticità è una trecentesima parte della lunghezza del raggio, e se le operazioni delle misure sono esenti d'errore. Le due prime ipotesi o sono verissime, o grandemente prossime al vero, siccome abbiamo mostrato di sopra: ma i soli errori, che nelle misure può aver prodotto l'occulta deviazione del filo degl'istromenti, sono bastanti a portar la colpa di tutte le ineguaglianze che osservansi nelle precedenti quantità.

82. Conviene bensì riflettere, che quando si tratta di moltiplici misure, è assai probabile, che gli errori non siano sempre accaduti pel medesimo verso: laonde prendendo tra tutte la quantità mezzana, è giusto il credere che gli errori si ricompensino l'un per l'altro almeno in gran parte, ed il risultato medio che emerge sia molto prossimo all'esatta verità. In tal modo operando, cioè fatta la somma delle

dieci quantità soprannotate, e presa la decima parte di questa somma, riesce la lunghezza del grado di tese 57040, 50. L'esattezza di questa quantità, ricavata per un mezzo da dieci misure di gradi, è dieci volte più probabile, cioè più sicura, che non d'ognuna di dette misure considerata di per sè. Come poi l'ultima è quella che più si scosta dall'enunciata quantità media, superandola di tese 186, 70; per conseguente la decima parte di questa differenza, cioè tese 18 $\frac{2}{3}$, è il massimo errore che possa temersi nella suddetta determinazione del grado di mezzo tra l'equatore ed il polo.

83. In una sferoide ellittica, qual si stima comunemente che sia la Terra appresso a poco, il grado anzidetto (80) tiene appunto in lunghezza il mezzo aritmetico risultante dalla somma di tutti. Adunque moltiplicandolo per 360, si ottiene esattamente il circuito intiero della ellissi. E però la circonferenza terrestre, che passa per li poli, viene ad esser lunga venti milioni e mezzo di tese, o con più sottigliezza 20 534 580.

84. Dicevano i Caldei, che un uomo camminando di buon passo, giorno e notte senza fermarsi mai, farebbe il gi-

ro della Terra in un anno. Di fatti secondo il numero precedente gli bisognerebbe fare 2344 tese per ora, le quali sono qualcosa meno di due miglia e mezzo. L'asserzione però non esce fuor del possibile (posta da banda la stanchezza del camminante); ma i termini del possibile essendo assai vaghi in sì fatta proposizione, non resta per essa che i Caldei non fossero molto lontani, come è provato d'altronde, dal ben conoscer la vera tirata del circuito del globo.

85. I geografi Italiani hanno assegnato 60 miglia di lunghezza al grado della circonferenza terrestre, la qual viene ad esser per conseguenza di 21600 miglia. Ora eccoci al momento di poter definire la dimensione di queste miglia. Dividendo per 60 il grado medio, che s'è trovato esser lungo tese 57040,50; appare il miglio geografico esser composto di tese 950 $\frac{2}{3}$, che fanno piedi parigini 5704.

86. Essendo data la dimensione di un grado, e la relazione tra gli assi, tanto basta a dedurre per computo, fatta la supposizion della Terra elittica, di qual lunghezza esser debba ogni altro grado in diversa latitudine. Posta dunque d'una

trecentesimo la differenza dei diametri polare ed equatoriale, e la quantità di tese 57040, 50 per la tirata del grado ai 45 di latitudine, se ne conchiude che il grado al polo è di tese 57327 $\frac{1}{3}$, e quello all'equatore di tese 56756, il qual di tre pertiche sole è diverso dalla misura degli astronomi Francesi al Perù; misura che merita singolar fede tra tutte, per esser cavata da una estension di tre gradi, donde scemano di due terzi gli errori possibili. La differenza tra gli enunciati due gradi estremi è di pertiche 571 $\frac{1}{3}$, che viene a star la centesima parte del grado.

87. Data in una elisse la lunghezza di due gradi, se ne trae quella degli assi. Ho trovato esser miglia 6887 il diametro maggiore, 6864 il minore. E però il raggio equatoriale (76) va a miglia 3443 $\frac{1}{2}$, ed il polare a 3432. La differenza è miglia 11 $\frac{1}{2}$; metà gonfiamento all'equatore, metà schiacciamento al polo.

88. Il raggio mezzano, cioè la distanza dal centro a qualunque punto della superficie ugualmente lontano dal polo e dall'equatore, risulta di miglia 3437 $\frac{4}{6}$. Questo è il modulo che serve di scala per misurar le distanze de' corpi celesti:

le quali essendo d'assai maggiori, l'errore che fosse in quello, si moltiplica in queste proporzionalmente. Adunque è di sommo rilievo il sapere, quanto error vi possa essere.

89. Il massimo errore nel grado mezzano (82) monta a tese 18 $\frac{2}{3}$. Ora il raggio è 57 volte più lungo di un grado; ed abbiamo dedotto il raggio dai gradi (87). Dunque il massimo errore sul raggio sarà 57 volte maggiore; cioè precisamente di tese 1070, o sia di miglia 1 $\frac{1}{8}$; che sarebbe la tremillesima cinquantesima quinta parte del raggio. Errore tenuissimo in vero, se fosse anche tanto: ma come la probabilità non è mai per il massimo error possibile, bensì piuttosto per una quantità media; così ragion vuole che il vero errore non superi la metà dell'addotto. Si può dunque affermare, che la lunghezza del raggio terrestre è conosciuta sì bene, da non temer di fallare nè pur d'un miglio.

90. Conoscendo i due diametri d'un' ellisse, la geometria insegna a computare la superficie, ed il volume del corpo ellittico. Fatti i calcoli, trovo: che la superficie del globo terrestre contiene 148 $\frac{1}{2}$ milioni di miglia quadrate; e

che immaginandoci un dado, i cui lati sien lunghi 100 miglia ciascuno, con la materia del globo terrestre se ne farebbero di questi dadi 170469.

91. L'immaginazione rimane confusa da tali numeri e da sì fatte grandezze. Ma qual sarà poi la nostra maraviglia, e la grandiosa idea che dovrem concepire dell'Universo e del suo potentissimo Facitore, quando andremo in progresso scoprendo, che la nostra Terra, paragonata ad altri corpi celesti, è come un insetto al confronto degli elefanti e delle balene?

CAPITOLO V.

DELL' ATMOSFERA TERRESTRE, E DELL' ETERE.

92. Questo globo che abitiamo, sta involto in un fluido trasparente, che d'ogni parte gli ondeggia intorno, e che *Aria* si chiama: le cui particelle sono tanto sottili, e talmente incapaci di salda coesione, che è lecito separarle dovunque, fendendo l'aria per ogni verso, come ne fanno continua prova gli uccelli e gli animali terrestri; ed in ciò consiste primariamente il carattere della fluidità.

93. Benchè invisibile di per sè l'aria agli occhi nostri, pur della sua presenza non è forse uom sì stupido il qual ne dubiti. Ognun sente d'averne bisogno per respirare e per vivere, siccome a' pesci è vitale necessità star nell'acqua. Ma allor sopra tutto niuno avrebbe animo di negare l'esistenza dell'aria, quando agitata piglia nome di vento, e ne siamo urtati con impeto, il qual giunge a tale di schiantar alberi, e dar altre prove di smisurata forza.

94. Vediamo i vapori, ch'esalano del continuo da tutti i corpi terrestri, alzarsi nell'aria e restarvi sospesi in forma di nuvole. Senza entrare nelle sottili scoperte de' moderni Chimici, nè circa la composizione dell'aria, la qual da immemorabili tempi riputata era elemento semplice; nè sulla virtù che sia in essa di sciogliér l'acqua, e assorbirla, crescendo insieme in volume più che in massa, onde nasca l'alzamento de' vapori: a noi basta dalla sospension delle nuvole ricavare la general conchiusione, che l'aria è pesante. Siccome osservando che l'olio sta sopra il vino, ognun deduce esser quello più leggiero di questo: così per la stessa ragione, genericamente presa, dee dirsi, quell'aria,

che è sotto alle nuvole e le sostiene, esser più pesante di esse; e quella, che resta al di sopra, più lieve.

95. Della qual differenza di gravità non sarà difficile ravvisar la cagione. L'aria inferiore sopporta il peso della superiore: sarà dunque da tal compressione vie più condensata e ristretta, quant'è più vicina alla Terra, cioè quanto è maggiore l'altezza e per conseguenza il peso dell'aria soprastante. Ora il peso di un corpo, dentro una data estensione, non cresce per altro, se non per l'aumento della sua densità, cioè perchè sotto egual volume contiene maggior quantità di materia. Così cresce di peso una tabacchiera, quanto sia più compresso, vale a dir condensato, il tabacco di cui è piena.

96. Abbiam dimostrato (43) che attrazione e gravità sono una cosa medesima. (Noi confondiamo attrazione, gravità, e peso, perchè di niuna importanza allo scopo nostro le distinzioni che i dotti vi fanno). Pesa dunque l'aria sopra la Terra per virtù d'attrazion vicendevole. Ma essendo la più lontana, come vedemmo, sempre meno pesante, ragion vorrà che ove il peso divenga insensibile, là finisca nell'aria l'im-

perio o la giurisdizion della Terra. Dicasi pertanto *Atmosfera terrestre* la massa d'aria che obbedisce all'attrazione del nostro globo gravitandogli sopra.

97. Cercano gli Astronomi 1.°, quanta sia l'altezza dell'atmosfera terrestre; mentre da quella dipende la durata de' crepuscoli, e l'ingrandimento dell'ombra della Terra negli eclissi lunari: 2.°, qual sia la differenza di densità dal primo all'ultimo strato rifrattivo dell'aria atmosferica; poichè da tal differenza nasce principalmente la refrazion della luce: 3.°, se al di là dopo l'atmosfera il cielo sia vóto del tutto, o pure occupato da qualche fluido, il qual con la sua resistenza possa alterare la velocità del moto dei pianeti. Questi tre punti daranno insieme materia al presente ed ai due Capitoli successivi; nè rimarrà ad altro luogo se non l'argomento dell'ombra negli eclissi.

98. Malgrado la vista delle nubi sospese, che parlano agli occhi d'ogn'uomo dubitarono lungamente i Filosofi stessi, se l'aria fosse realmente pesante. È gloria degl'Italiani l'aver dimostrato l'affermativa; ma è poco onor dell'umano ingegno che questa scoperta non conti ancora due secoli. Comin-

ciò il Galileo con alcune sperienze; vi recò poi l'evidenza il suo discepolo Torricelli con l'invenzion del barometro. Avanti descriver questo istromento, posseduto oggidì da molti, ma da pochissimi inteso fuori de' Fisici, sarà più sicuro a buon conto il mettere innanzi un esperimento ch'è in man di tutti, per convincersi visualmente che l'aria è pesante. Piglisi una vescica delle più grandi; pesandola sgonfia su dilicata bilancia, poi ripesandola gonfiata, si troverà una differenza nel peso. Questa sperienza, capace d'illuminare ogni donnicciuola, è citata a chiare note da Aristotile (lib. 4 *de cœlo* cap. 4): pur il grande Aristotile, coi sapienti che vennero dopo di lui fin all'epoca sopraccennata, seguitarono a delirare attribuendo all'*orror del vacuo* (intenda chi può questi enigmi) tutti i fenomeni del peso dell'aria; tanta è la forza delle opinioni preconcepite.

99. Il barometro, nella sua primitiva semplicità, non è altro che un tubo o cannello di vetro, lungo tre piedi circa, chiuso da un capo, empito di mercurio, poi tuffato con l'altra estremità, turata col dito, in altro argento vivo stante in un catino. Allor se te-

nendo il tubo ritto, ritirasi il dito, ne nasce che poco mercurio scende nel vaso, e la massima parte rimansi nel tubo, cioè fino all' altezza di due piedi e un terzo circa. Or come può stare tal sospensione, quando ognun sa che ogni liquido cerca sempre il livello? Secondo questa natural legge dovrebbe l' argento vivo del tubo precipitar fino a tanto, che la sua sommità stesse a un livello con la superficie del mercurio esteriore. Se così non avviene, ci ha dunque una forza che preme l' argento vivo del vaso, e fa contrappeso alla colonna rimanente nel tubo. Non si può dubitare che cotal forza sia altra che quella dell' aria, la qual gravita sull' argento vivo del catino, e non può gravitar sopra quello del tubo per esserne chiusa, come dicemmo, l' estremità superiore: perciocchè se si schiuda questa apertura, tanto che l' aria vi possa entrare, tosto si vede il mercurio del cannello piombar nel vaso, e far tutto un livello come s' è detto.

100. Il peso del mercurio è quattordici volte maggiore di quello dell' acqua piovana; di maniera che se in due tubi d' egual diametro, comunicanti fra loro nel fondo, si versa mercurio nell'

uno, ed acqua nell' altro, appare che una colonna d' argento vivo, alta due piedi e un terzo, fa equilibrio con una colonna d' acqua, alta piedi trentatre. Poichè dunque il peso ordinario dell' aria si equilibra con quello d' una colonna d' argento vivo, alta due piedi e un terzo, ne viene che il peso dell' atmosfera, su qualsivoglia porzione di superficie del globo terrestre, la qual sia presso poco a livello del mare, è tanto quanto sarebbe, se in vece d' esser compressa dall' aria quella porzione fosse inondata e coperta d' acqua fino all' altezza di piedi trentatre.

101. Ho detto: il peso *ordinario* dell' aria: giacch' esso non è costante, ma varia d' un decimo circa dal massimo al minimo, secondo che l' aria è più o meno pregna d' esalazioni e vapori terrestri, e secondo vi agiscono i venti, l' elettricità, il caldo e il freddo, e altre cause, che qui non è il luogo di sminuzzare. L' altezza del mercurio nel barometro variando per conseguenza di tre pollici circa dalla massima alla minima, tra questi estremi fu presa da gran numero d' osservazioni una quantità media, che, stando a livello de' nostri mari in tempo di calma, si trovò esser

di pollici 28, linee 2 ¼ (il piede parigino essendo composto di 12 pollici, il pollice di 12 linee). S' instituiscono poi le esperienze a livello del mare, per avere un' altezza, che si stima presso poco uniforme, per quanto si stendono almeno i mari comunicanti, alla qual rapportare tutte le altre posizioni ineguallissime del suolo terrestre, essendo che il peso dell' aria diviene, come vedremo, sempre minore ne' siti che son più elevati.

102. Questo peso dell' aria, per tanti secoli occulto, egli è pur quello, che ha fatto sempre correre i liquori fuor pe' sifoni, e ascender l' acqua su per le trombe aspiranti. Senza la pressione dell' aria sul petto delle madri vano sarebbe il succiar de' lattanti. Per virtù di cotesta pressione s' alza la carne e spiccia il sangue sotto le ventose; monta il fumo del tabacco su pel cannello della pipa; e nascon mill' altri fenomeni, della cui vera causa l' occhio volgare nè men sospetta.

103. A quanti parrà incredibile, per esempio, che l' uomo, il qual dubita se l' aria sia pesante, sostenga ordinariamente da quella, nella totalità del suo corpo, una pressione equivalente a trentadue

tadue mila libbre di peso! E pure il computo è piano, ammettendo che sia di quattordici piedi quadrati, secondo la più comune sentenza de' Fisici, l'estension della pelle d'un uomo di statura mezzana. Essendo certissimo che la pressione de' fluidi si esercita con egual forza per tutti i versi, così di fianco, che d'alto in basso, ecc. ne viene che la pressione dell'aria sul corpo umano equivale al peso d'una colonna d'acqua alta piedi 33, e la cui base sia di piedi 14. Egli è poi noto, che un piede cubico d'acqua piovana pesa libbre Parigine 70 $\frac{1}{8}$.

104. Ma queste non sono cose del nostro scopo. A noi era mestieri il provare che l'aria è pesante, e che anzi non manca una misura accurata del peso suo: or da questo c'ingegneremo d'investigare quanta sia l'elevatezza dell'atmosfera.

105. A ciò fare, dopo aver misurata l'altezza d'un campanile, osserviamo di quanto scemi quella del mercurio nel barometro, trasportando questo istromento dal piede alla cima. In fatti se il peso dell'atmosfera sopra l'argento vivo ch'è nell'ampolla, è quello che tien sostenuto l'argento vivo nel tubo, quel

peso dev' esser tanto minore, quanto più in alto si reca il barometro, perciocchè l' aria, che resta di sotto, non gravita più sul mercurio contenuto nell'ampolla.

106. A forza di queste prove s' è ritrovato, che la colonna mercuriale si abbassa una linea, portando l' istromento a 75 piedi d' altezza dal livello del mare. Se ad ogni 75 piedi d' ascendimento progressivo, seguitasse l' argento vivo sempre ugualmente a calare una linea, l' innalzamento dell' atmosfera sarebbe prestissimo computato. Imperciocchè l' altezza media del mercurio a livello del mare essendo, come dicemmo, di pollici 28, linee 2 circa, cioè di linee 338; moltiplicando 338 per 75, risulterebbe 25350 piedi per altezza totale dell' atmosfera, che però non sarebbe nè men quattro miglia e mezzo.

107. Ma l' atmosfera s' innalza per certo molto di più, altrimente non sarebbe percossa dai raggi del Sole tanto tempo prima ch' ei nasca, quanto apparisce l' aurora, la qual non è altro che luce di quell' astro riflettuta dall'aria. Senza che è manifesto dover essere lontanissimo dalla verità quel calcolo dei 75 piedi d' ascendimento per ogni linea di successivo abbassamento del mercurio, es-

sendo che l'aria quant'è più in alto tant'è più lieve, per la cagione accennata da principio d'avere sempre manco aria che le gravita sopra. Se dunque, stando a livello del mare, uno strato o colonna d'aria, d'altezza di piedi 75, pesa quanto una linea di mercurio, le altezze degli strati superiori di peso uguale saranno via via maggiori, siccome composti d'aria sempre più lieve; a quel modo che se in un tubo diritto si versi una libbra di vino, indi una libbra d'olio, la porzione del tubo occupata dall'olio sarà maggiore e più lunga di quella occupata dal vino.

108. Ragion vuole pertanto che la grossezza degli strati equiponderanti vada crescendo, con quella proporzione con cui va scemando la compressione dell'aria che resta di sopra: in guisa che se il barometro si trasporti sur una montagna tanto elevata, dove il mercurio non s'alzi se non 14 pollici ed una linea, cioè la metà del suo alzamento a livello del mare, colà non più 75 piedi come laggiù, ma il doppio cioè 150 convenga salire perchè il mercurio si abbassi d'una linea. Il peso dell'atmosfera è colà scemato della metà; l'aria di quella regione dev'esser dunque metà

men condensata, o sia dilatata al doppio, che non è sulla riva del mare. Cotesta relazione tra il peso dell'aria, e la densità od il volume di quello strato che lo sopporta, nel linguaggio dei dotti s'esprime così: *La densità dell' aria è proporzionale al peso che la comprime:* all' incontro *Il volume dell' aria stà nell' inversa ragione del peso medesimo,* vale a dir che il volume cresce a misura che il peso cala. La verità di questi teoremi è evidente, dentro però certi limiti. Egli è chiaro per esempio, che quando la compressione avesse forzato le particelle dell' aria ad avvinchiarsi talmente da non lasciare interstizj, niun incremento di peso varrebbe più ad aumentar la condensazione. Vi deve dunqu' essere un grado di densità, dove incominci il condensamento a farsi minore di quel che importa il teorema. Lo stesso si dica dell' altro estremo della dilatabilità, se anche in quello le forze dell' aria fossero circoscritte; siccome lo debbon essere senza dubbio dalla parte della condensazione. Ma parlando dello stato dell'aria nella nostra atmosfera, perfino alle altezze ove son potuti giungere gli umani esperimenti, si può stabilire per fermo ed indubitato, che l'aria

è tanto più densa quant'è più compressa, tanto men densa quant'è men compressa: l'aria si rarefà, si dilata, ed occupa spazio tanto maggiore, quant'è minore il peso che la comprime.

109. Cotal facoltà di restringersi, o dilatarsi, secondo la compressione maggiore o minore, sarà da noi nominata indifferentemente *forza elastica*. Per averne un'idea ben chiara, si consideri una spugna, la qual tra le mani compressa si stringe a volume grandemente minore, indi al riaprir delle mani rigonfiasi come prima. Tal virtù ravvisiamo chiaramente nell'aria per mille guise: per esempio col premere una vescica ben gonfia, la qual pur cede e si schiaccia alquanto, poi cessando la compressione ripiglia la pristina forma e volume; il che non succederebbe, se l'aria pel calcamento in vece di condensarsi fosse fuggita in parte per qualche spiraglio, come alcuno per avventura potrebbe sospettare.

110. Quanta sia nell'aria la forza dell'elasticità, cioè fino a qual segno possa l'aria restringersi, o dilatarsi, non è definibile. Pretende *Hales* d'averla ridotta 1800 volte più densa di quella che respiriamo. L'acqua, che pesa all'

incirca 800 volte più dell'aria nostrale, nè soffre quasi condensamento veruno, diventa un fluido leggiere al confronto dell' aria Halesiana. Ma sia qualsivoglia l' ultimo grado della condensazione dell' aria, a noi cale soltanto l'investigar della sua dilatabilità, poichè da essa dipende l' innalzamento dell' atmosfera.

111. Abbiamo alle mani una misura infallibile e perfettissima di questa forza; avvegnach' ella mai sempre debbe adeguarsi a puntino al peso comprimente; altrimente le cose rimaner non potrebbero come sono. Di fatti egli è chiaro, che dove il peso dell'aria superiore fosse maggior della repulsione dell' inferiore, dovrebbe questa cedere ancora e condensarsi vie più; dove il peso fosse minore, prevarrebbe per conseguenza la repulsione, e l'aria compressa si dilaterebbe. Così una molla non mai s' incurverà, se la forza premente non superi la sua resistenza; nè dal suo piegamento verso alla pristina forma si volgerà, se non quanto la forza premente divenga minor della resistenza. Laonde qualsisia grado di compressione durar non può, senza un perfetto equilibrio tra il peso e la repulsione.

112. Tanta è dunque l' elasticità,

quant'è il peso ch' ella porta. Ma il peso dell' aria è misurato dal barometro. Dunque il barometro misura la forza elastica dell' aria. Egli è certo che il peso va sempre decrescendo quanto più si va in su, poichè tanto manco aria riman di sopra. Decrescerebbe senza dubbio all' infinito, quando l' aria avesse virtù d'espandersi all'infinito. Ma essendo impossibile concepire, che una massa finita occupi spazio infinito, a noi basterà intanto ragionar su quel grado di elasticità, che nell' aria *Boyle* ed altri hanno con esperienze riconosciuto; dalle quali sappiamo ch' ella è capace di tanta dilatazione, da occupar per lo meno 14000 volte più spazio di quella che respiriamo.

113. Queste cose premesse, consideri adesso il lettore l'altezza dell' atmosfera, come composta di 338 strati d'aria, soprapposti uno all' altro, e tutti di peso uguale tra loro. Ognuno di questi strati peserà, come fosse d' argento vivo alto una linea; giacchè s' è veduto che il peso totale dell' atmosfera s' equilibra con 338 linee di mercurio. Ma ogni strato quant' è più sublime, tanto occuperà per le cose dette spazio maggiore e si stenderà in altezza vie più. Conosciuta

di piedi 75 l'altezza del primo strato, quella d'ogni altro, per li teoremi già dimostrati, dev' esser tanto maggiore, quant'è minore l'altezza del mercurio nel barometro. Col mezzo della regola del tre inversa, è facile dunque computare l'altezza d'ogni strato. Quindi la somma di tutte sarà l'altezza totale, che cercasi, dell'atmosfera.

114. Solo è da avvertire chi s'avvisasse talvolta d'eseguir questo computo, che senza introdurvi la debita considerazione alla pression delle parti superiori sulle inferiori d'un medesimo strato si cade in errori notabili; a' quali un rimedio aritmetico sufficiente trovo esser quello, d'aggiunger la metà d'ogni strato al numero degli strati superiori. Per esempio, il primo strato ne ha 337 sopra di sè; si considereranno come 337 $\frac{1}{2}$: e così degli altri. La regola del tre inversa s'instituirà come segue. Ad avere l'altezza del secondo strato, il qual ne ha 336 sopra di sè, si dirà: se il peso di strati 337 $\frac{1}{2}$ riduce a piedi 75 l'altezza del primo strato, il peso di strati 336 $\frac{1}{2}$ a quanti piedi ridurrà l'altezza del secondo? Si moltiplicherà 337 $\frac{1}{2}$ per 75, e il prodotto 25312 $\frac{1}{2}$ si dividerà per 336 $\frac{1}{2}$; si avrà

l'altezza cercata. Si osservi che il prodotto 25312 $\frac{1}{2}$ serve anche ai computi successivi. Dividendolo per 335 $\frac{1}{2}$, si ha l'altezza del terzo strato; per 334 $\frac{1}{2}$ quella del quarto: e così discorrendo.

115. L'espediente da noi suggerito conduce il computo a tanta esattezza, da non fallare di 150 pertiche in tutto. Non ci sarebbe però motivo di ricorrere ai mezzi più astrusi, co' quali si ottien dalle Matematiche l'ultima precisione, se questi non fossero ancora infinitamente più presti. Servitomi d'essi per sol guadagno di tempo, ho trovato esser quasi di 26 miglia l'altezza di 337 degli accennati strati, omettendo l'ultimo superiore; a valutare il quale, per intero, ogni regola è vana, sinchè non si sappia a qual grado possa arrivare la dilatabilità dell'aria.

116. Si può bensì andare avanti, e considerar, per esempio, quell'ultimo strato come composto di cinquanta strati di peso uguale tra loro, ciascun de' quali farebbe equilibrio con un cinquantesimo di linea di mercurio. Di questi cinquanta strati sol che si ometta l'ultimo superiore, le regole usate di sopra vagliono parimente a computare l'altezza degli altri 49, la qual si trova che eccede

le 17 miglia. Nè possiam dubitare, dopo le sperienze già addotte, che l'aria ricusi questa dilatazione, giacchè il più sublime, o sia il quarantesimonono degli strati suddetti, essendo alto di per sè solo 17500 piedi, tale espansione non giunge ad esser nè meno 12000 volte maggiore di quella del primo strato a livello del mare, corrispondente ad un cinquantesimo di linea di mercurio; il qual primo strato non si alza che un piede e mezzo. È dunque di miglia 43 l'altezza totale dell'atmosfera, fino a quel segno ove il peso dell'aria superiore si può considerare insensibile; cioè dove quel peso non avrebbe vigore di sostenere il mercurio nel barometro, altro che un cinquantesimo di linea, alzamento dagli occhi nostri non ben percettibile.

117. Dubitarono alcuni, che nelle parti sublimi dell'atmosfera le espansioni dell'aria sieno maggiori, di quel che comporta la legge della dilatazione in ragione inversa del peso comprimente. Nacquero questi dubbj da osservazioni barometriche fatte sugli alti monti, nè si mancò d'inventare diverse cause sottili, onde il fatto dovesse pur esser così. Ma il *de Luc*, che ha trattato

queste materie profondamente, ha poi fatto vedere che ogni divario si debbe attribuire all'imperfezione degl'istromenti, e delle osservazioni; e che usando quelle cautele ch'egli prescrive, ed ha praticate, ben si trova che il fatto è conforme alle leggi dettate dalla ragione. A lui devesi insieme l'insigne gloria d'avere co'suoi precetti ridotto il barometro ad essere un eccellente misuratore dell'altezza delle montagne; utilità che non sarà già sfuggita a' nostri lettori, allorchè abbiamo mostrato come il barometro dice le altezze, cui è sollevato. Il maggior monte che si conosca, è il Chimborazzo, un di quei delle Cordigliere del Perù, la cui cima inaccessa, se non che a nevi e ghiacci perpetui, s'erge dal mare 3220 tese, o sia miglia 3 $\frac{2}{5}$, come per geometriche operazioni s'è ritrovato. Ma la massima altezza, cui uom sia salito finora, e il barometro insieme, non passa 2470 tese, val a dire miglia 2 $\frac{3}{5}$, e fu sul Corazzon, altro monte di quella catena, dove poco mancò che il coraggioso *Condamine* non restasse di gelo.

118. Determinata l'altezza dell'atmosfera, accenneremo soltanto il parer degli Astronomi, ch'essa sia configurata a

sferoide, in simiglianza del globo terrestre (51), onde s'innalzi un poco più sopra l'equatore, e s'abbassi d'altrettanto sopra i poli. Di questo ci riserbiamo spiegare la natural cagione, allorchè parleremo della rotazion della Terra.

119. Abbiamo veduto che, a 43 miglia d'elevazione dalla superficie terrestre, l'aria si rende talmente sottile ed espansa, che il peso suo diventa insensibile. S'ella è dotata d'elasticità sufficiente, seguiterà ad allargarsi tanto, finchè giunga a toccare e mettersi in equilibrio cogli estremi confini delle atmosfere degli altri corpi celesti circonvicini: e così tutti i cieli saranno occupati. In tal caso, per avere un'idea della prodigiosa rarefazione dell'aria, basti sapere, che un pollice cubico d'essa, cioè quanta starebbe in un guscio di noce delle più grandi, portata solamente a 3500 miglia di distanza dalla superficie terrestre, ed ivi posta in libertà, basterebbe ad ingombrare, secondo il calcolo del *Neuton*, tutte le regioni de'pianeti fin al di là di Saturno; cioè otto a novecento milioni di miglia per ogni verso. Se poi l'aria non ha facoltà di espandersi tanto, fino a raggiunger le altre atmosfere, in tal caso, fra queste e la

nostra, i cieli o saranno assolutamente vacui, o saranno occupati, a cagion d'esempio, dalla materia della luce, o da altro fluido di tanta levità, da poter sostener l'equilibrio con la nostr'aria, ridotta allo stato d'elastica inanizione. Sia qualsivoglia cotesto fluido infinitamente sottile, che per antichissima credenza riempie l'immensità de'cieli, e cui si dà il nome di *etere*, importa conoscer s'ei vaglia a resister minimamente al moto de'pianeti.

120. Quand'ei fosse soltanto a quel grado di rarefazione, al qual l'aria nostra debb'essere, alla distanza di 170 miglia dalla Terra, computò il *Neuton*, che alle forze di esso non basterebber mill'anni per far che Giove alterasse, d'un mezzo minuto secondo ad ogni dodici anni, il suo giro d'intorno al Sole. Di fatti dal confronto delle moderne con le più antiche osservazioni non è ancor apparito alcun segno d'alterazione nelle orbite planetarie per cagion dell'ambiente. Si può dunque affermar francamente, che la rarità dell'etere, s'egli esiste, passa ogni nostra immaginazione; e che i cieli, con buona pace del Cartesio, si debbono riputar come vacui: altrimente per menoma che fosse la resistenza al

transito de' pianeti, alla lunga ne nascerebbe che cascherebbero tutti nel Sole, giacchè a misura che il loro moto per diritto si rallentasse, prevarrebbe la forza dell'attrazion di quell'astro; forza innegabile, come a suo tempo vedremo, senza cui non si dà in natura moto orbicolare. E noi rallegriamoci in prima, poichè per egual ragione la Luna sarebbe oramai piombata, o dovrebbe piombar senza dubbio un dì o l'altro sopra la Terra.

CAPITOLO VI.

DE' CREPUSCOLI.

121. Il crepuscolo è quella luce, che vedesi avanti il nascere o dopo il tramontare del Sole: quella luce tranquilla e dolce, che sotto nome anche d'alba o d'aurora, principia a diradar la mattina le tenebre della notte, e va crescendo continuamente finchè apparisce il gran luminare del giorno; quella che dopo smontato la sera quell'astro dal margine del nostro orizzonte, va degradando e spegnendosi poco a poco, fin a lasciarci involti nel massimo bujo. Il *crepuscolo* in somma è quella illuminazione, che

sta di mezzo tra la perfetta oscurità notturna e la presenza del Sole: se non che quella voce anche si usa per dinotare i tempi di sì fatta illuminazione.

122. Quando in un bel sereno senza luna, cominciano la mattina a smorzarsi le più minute stelle, o quando la sera ricompariscono, quelli sono i momenti di confine fra le tenebre ed il crepuscolo. Siccome lo splendor del Sole invadendo i nostri occhi da mille parti, interrompe e turba i raggi diretti e deboli delle stelle, nè ci permette discernerle durante il giorno, benchè sempre adornino il firmamento; così fa d'uopo a scorger di notte le più minute, che le nostre pupille sian libere dalle impressioni laterali e multiplici d'ogni luce riflettuta.

123. Che il lume crepuscolino provenga dal Sole non si può dubitarne, dappoichè lo veggiamo invigorir la mattina a misura che più quell'astro s'appressa al nostro emisfero, e illanguidire la sera secondo ch'ei più s'allontana: nè altre cause costanti di tal perpetuo ricorrimento ravvisar possiamo. Riman da sapere: come pervenga la luce del Sole alle nostre pupille quand'egli è celato dall'orizzonte; e perchè questa

luce s'estingua e s'accenda per gradi, nè si mantenga visibile in ogni luogo per tutta la notte.

124. E primamente è manifesto, che intanto veggiamo la luce, in quanto essa viene a ferire i nostri occhi. Appena il Sole è tramontato, noi non vedremmo più luce, se i raggi di lui, ripercossi dalle cime delle case, de'campanili, de'monti, non cadessero ancora sulle nostre pupille. Questa riflession della luce, che a tutti è patente, vaglia a dare ad intendere quella, che pur s'effettua per opera de'vapori e dell' aria. Non corre altra differenza che dal più al meno. I corpi opachi rimandano agli organi nostri assai maggior copia di luce, di quel che far possano i fluidi trasparenti. Questi lasciano in vero, secondo la lor densità, tragittare a traverso di sè una parte più o meno de'raggi, ma sempre qualche porzion ne ribattono; ond'è che ci vengon vedute certe nubi splendenti, massime avanti l'orto o dopo l'occaso del Sole, quando sono situate opportunamente a riflettere il lume di esso verso di noi. Ma che altro poi sono le nuvole, se non vapori addensati? Or quella ripercussione di luce, che da esse vien fatta in grande

e patentemente, operano a ciel sereno insensibilmente e a minuto i vapori sparsi, che sempre impregnano l'aria.

125. E che sia così, ne assicura in prima il non esservi altra cagione, alla quale attribuir quel chiarore, di cui godiam ne' crepuscoli: in secondo luogo il sapere per computo, che quando ci troviamo avviluppati nelle più dense tenebre della notte, allora il Sole è di tanto abbassato dal nostro orizzonte, che non può più veder nè percuotere co' suoi raggi l'aria dell'atmosfera, la qual soprasta all'orizzonte medesimo; conciosiachè a quella guisa ch'ei s'alza la mattina accerchiando il nostro emisfero, così dopo il tramonto prosiegue a bassarsi la sera accerchiando l'emisfero inferiore. Or ponendo di miglia 43 l'altezza dell'atmosfera, qual ci venne trovata nel Capitolo antecedente (116), appare per computo, dovere il Sole abbassarsi 18 gradi, perchè i suoi raggi non possano più ferir l'atmosfera in parte alcuna che sia visibile all'occhio nostro.

126. A comprender che cosa sian que' 18 gradi, s'immagini il lettore una ruota da carrozza, la quale in vece di 12 razze, come si usa, ne abbia 20. Ogni porzione del cerchio, compresa da due

raggi contigui, sarebbe un arco di 18 gradi: dappoichè s'è già detto (51) che il circolo si divide in gradi 360. Tenendo in piedi questa ruota, e mettendo l'occhio al centro, chi appostasse lungo un de'raggi il Sol che tramonta, e considerasse la direzione del raggio vicino al di sotto, avrebbe un'idea quanto sia l'abbassamento di un astro a 18 gradi sotto l'orizzonte.

127. La luce che rimiriamo, avanti il sorgere o dopo il tramontare del Sole, è dunque luce di quell'astro, verso noi riflettuta dall'aria vaporosa. Se la Terra non fosse circondata da un'atmosfera, noi passeremmo in un subito dalla buja notte a veder la faccia del Sol nascente, e dal fulgor del cadente alla buja notte. Nè allor solamente rimarrebbero offese le nostre pupille da sì repentino e disparato mutamento, ma tutto il dì sarebbono esercitate da quegli estremi. Poichè mancando la ripercussione de' raggi solari dall'atmosfera, solcherebbero questi per diritto le vie del cielo, perdendosi nello spazio senza pur lasciar orma di sè, ed il firmamento per conseguente ci apparirebbe mai sempre così tenebroso e stellato, come di mezza notte: nel tempo stesso che ad ogni

volgerci al Sole direttamente, od ai corpi terrestri da esso illuminati, ne avremmo la vista abbarbagliata. Ognùn sa che un contrasto, un salto sì smisurato, mal sarebbero sopportabili alla costituzione degli occhi nostri: mediante le riflessioni dell'atmosfera sono essi condotti, dallo splendore alle tenebre e viceversa, per lente degradazioni; e queste con soave dispensazione preparano e aguzzano la mattina il diletto che pròviamo al venir della luce, temperano e dispongono a poco a poco la sera il disgusto di perderla.

128. Le sembianze del crepuscolo mattutino non sono punto diverse da quelle del vespertino, se non che nell'ordine inverso con cui procedono. Pur come la mattina ci arrecano il dono prezioso della luce, e la sera ce lo rapiscono, perciò il crepuscolo mattutino ha sempre fatto singolarmente le delizie degli uomini, e suscitato nella fantasia de' poeti le immagini più brillanti. La luce, che si rompe nel traversar le bollicole d'acqua che forman le nubi, dispiega i colori che cela dentro sè stessa, e dipinge le nuvole, creando quelle vedute maestose, incantatrici, e sempre varie, che annunziano prossima

la venuta del Sole. Ecco l'alba, ecco la dea del mattino, che colle dita di rose schiude le porte dell'oriente: ecco la figlia dell'aria e del Sole, il cui trono, sopra tutt'altri magnifico, è portato dall'atmosfera. Al suo comparire s'apre la scena del mondo, sotto i suoi passi spuntano i fiori, e s'alzano a gara a riceverla vasti edifizj, alte cupole, amene campagne. Ella rende all'uomo le braccia, e l'ingegno; agli animali, che deon servirlo, il moto, e la forza; alla società, che moltiplica all'infinito li godimenti ma anche gli affanni di lui, l'attività e la fecondità de'scambievoli uficj. Se non che quanto ahimè siam noi torpidi e pigri al confronto del celeste cursore! passa il giorno sì presto che appena ce ne accorgiamo, e la luce ci trova e ci lascia sovente con le mani in mano. Ella torna poi sempre; ma a noi fuggono intanto irrevocabilmente le forze, la salute, la vita.

129. Veduta l'origine de'crepuscoli, riman da trattar della loro durata. Dipende questa dal tempo che mette il Sole ad alzarsi o bassarsi 18 gradi, come s'è detto (125), considerando noi quest'arco dall'orizzonte in giù. S'ei sorgesse ogni giorno dal medesimo punto, quel

tempo sarebbe uguale in tutte le stagioni. Ma il Sole muta ogni dì la sua strada, e valica i cieli, come ognun vede, per cammino or più alto, or più basso, ora più ora meno inclinato all' orizzonte. Quant'è più obliquo il cammino, tanto più tempo dee spendere il Sole a scendere o sormontare una data altezza: siccome una scala quant'è men ripida, tanto è più lunga. Per questa cagione della diversa obliquità nel viaggio del Sole, nasce differenza nella durata de' crepuscoli; nè solo da stagione a stagione, e perfino da giorno a giorno, ma ancora da paese a paese. Imperocchè quell'astro passa sopra la testa de' popoli che circondano la linea equinoziale, la qual traversa l'Africa, le Isole della Sonda, e l'America meridionale: ma ogni regione quant'è più lontana da quella linea, e perciò più vicina al polo, tanto più basso e più obliquo all'orizzonte vede il cammino del Sole. Si stabilisca per tanto che *I paesi, che son più prossimi al polo, hanno i crepuscoli più lunghi.*

130. Quanto poi al variar che fan questi in un dato paese, crederan forse molti, che la maggiore obliquità del cammino del Sole per rispetto all'oriz-

zonte intervenga, allorchè quell' astro è più basso, val a dir nell'entrar dell' inverno. Ma ciò non è affatto vero, poichè le circostanze della sfera, cioè della rotondità della Terra, portano la massima obliquità verso agli equinozj, con qualche divario di tempo da una latitudine all'altra.

131. In Modena il più breve crepuscolo avviene ai 4 Marzo, ed ai 9 Ottobre. Dura ore 1, min. 40, e per dieci giorni avanti e dieci dopo non varia che di minuti secondi. Dopo i 4 Marzo va crescendo continuamente il durar del crepuscolo perfino al principio della state. Questo poi è il tempo del più lungo crepuscolo in ogni parte della Terra. Monta esso in Modena a 2 ore, 32 min. e si mantiene così dai 18 ai 25 Giugno. Sono dunque allora 5 ore, 4 min. di crepuscolo, tra quello della mattina e quel della sera. E poichè la nostra notte più breve si stende 8 ore, 30 min., ne segue che al solstizio estivo non abbiam tenebre totali se non solamente per 3 ore, 26 min.

132. Da'21 Giugno a'9 Ottobre la lunghezza del crepuscolo va sempre scemando con cammino retrogrado, per le stesse gradazioni battute nell' aumentare da' 3

Marzo a' 21 Giugno. A' 9 Ottobre ricomincia a crescere infino a' 21 Dicembre; di là a calar d'altrettanto perfino ai 3 Marzo: ma questa variazione è tenuissima, consistendo in 8 min. soltanto, giacchè la massima durata del crepuscolo ne' contorni del solstizio invernale, o sia dagli 11 a' 31 Dicembre, non passa 1 ora, 48 min. Abbraccia esso dunque ore 3, min. 36, tra mane e vespero: e poichè la nostra più lunga notte tira ore 15, min. 16, perciò le tenebre allora con noi dimorano pel tratto di ore 11, min. 40.

133. Sì fatte cose, che dipendon da calcolo, non possiam che affermarle. Ma i computi nullameno sono infallibili, comecchè nè farli nè intenderli possa chi non sia ben provisto di cognizioni matematiche. A quel modo che senza fallar d'un minuto si trova per computo il preciso momento del nascer del Sole, cioè del suo giungere all'orizzonte, così con la stessa certezza rinviensi l'istante ch'ei n'è lontano 18 gradi. La differenza di questi due tempi costituisce la durata del crepuscolo. Nel nostro Almanacco può questa sapersi di giorno in giorno (per la latitudine di Verona dove fu primamente pubblicato),

sottraendo l'ora dell'alba da quella del levar del Sole. Bensì è da notare, che questi computi presuppongono il ciel sereno, e l'orizzonte piano e libero da montagne od altre ineguaglianze ne' punti ove nasce o tramonta il Sole. Altrimente quanto più il cielo sarà coperto da nuvole o nebbie, e quanto meno l'orizzonte sarà sgombro, tanto più tardi comparirà il chiaror dell'alba, tanto più presto s'estinguerà il crepuscolo vespertino, tanto più breve in somma sarà la durata de'crepuscoli.

134. Le tavole dell'alba, come anche quelle del levare e del tramontar del Sole, che nel nostro Almanacco si contengono, vagliono parimente per ogni paese situato alla stessa latitudine, val a dire a distanza pari di quella di Verona dall'equatore, o dal polo. Per quel che riguarda la varia lunghezza de'crepuscoli a diverse latitudini, basterà il seguente saggio a darne un'idea.

135. Sulla linea equinoziale, per esempio a Quito, il più corto crepuscolo avviene in tempo degli equinozj; e dura 1 ora, 10 minuti: il più lungo va a 1 ora, 16 minuti, e non più. Questi sono i più brevi, che in ogni altro luogo della Terra a diversa latitudine.

136. A Roma, città più meridional di Verona per 200 e più miglia, il minor crepuscolo abbraccia 1 ora, 34 minuti; il maggiore 2 ore, 26 minuti.

137. Alla latitudine poi di gradi 48 ½, cioè quasi 200 miglia più presso al polo di quel che sia Verona, comincia il massimo crepuscolo a durar tutta notte, val a dire a toccarsi insieme quello della sera con quello della mattina, nel solstizio di state. Di là in su quanto i paesi son più vicini al polo, tanto godono per più tempo quell'union de' crepuscoli.

138. In fatti a Parigi, 200 e più miglia al settentrion di Verona, il più corto crepuscolo dura 1 ora, 47 minuti: il massimo poi comprende tutta la notte dai 12 ai 30 di Giugno.

139. A Londra, 365 miglia più vicina al polo di quel che sia Verona, il minimo crepuscolo dura 1 ora, 53 minuti: il maggior tutta notte per mesi due, da' 22 Maggio a' 21 Luglio.

140. A Pietroburgo, 900 miglia al norte di Verona, il più breve crepuscolo dura 2 ore, 21 minuti. La notte intiera è rischiarata per mesi quattro, da' 21 Aprile a' 21 Agosto.

141. A Tornea nella Svezia, che d'oltre a 1200 miglia s'appressa al polo più

che Verona, il più corto crepuscolo avviene a' 27 Febbrajo, e a' 14 Ottobre; e la sua durata è 2 ore, 54 minuti. Il più lungo riman tutta notte per mesi cinque da' 5 Aprile a' 6 Settembre. Nel solstizio di state non passa nè meno un' ora dal tramontare al levar del Sole: le maggiori tenebre sono, come le nostre in quella sera agli 11 minuti dopo l' avemmaria.

142. Se vi hanno abitatori al polo, la lor condizione d'avere quasi sei mesi di perpetua notte, è raddolcita da un crepuscolo continuo nelle prime sette settimane, come anche nelle sette ultime: talchè la perfetta oscurità, se mai ha luogo, stante il soccorso quasi continuo della luna e delle aurore boreali, dura soltanto due mesi e mezzo, cioè da' 13 Novembre a' 28 Gennajo. Il crepuscolo continuo si stende da' 29 Gennajo a' 17 Marzo, e da' 25 Settembre a' 12 Novembre. Il rimanente dell' anno è giorno perpetuo, nè mai vi tramontà il Sole.

143. Abbiamo detto (122), ed ognun sa, che il lume crepuscolino non permette veder le stelle, se non se a misura ch' ei va spegnendosi, e ch'elle sono più splendide. Se ne può ricavare una re-

gola per conoscerle. La prima a vincer quel lume è Venere: scorgesi d'ordinario alquanti minuti avanti l'avemmaria della sera, ma in certe circostanze eziandio di bel giorno. Il secondo è Giove: indi Sirio, o la stella della canicola. A' 10 minuti circa dopo l'avemmaria compariscono Marte, Saturno, e le stelle di prima grandezza; 10 min. appresso, quelle di seconda; d'intorno a mezz' ora di notte quelle di terza; e così discorrendo: finchè al terminar del crepuscolo, o sia a notte chiusa e senza lume di luna, si distinguono quelle più minute, delle quali è concessa la vista all'occhio disarmato. Resta che quanto s'è detto or ora relativamente ai pianeti ed a Sirio, s'intenda sempre de'tempi, in cui si trovi ciascuno d'essi al cader del Sole nel nostro emisfero celeste.

CAPITOLO VII.

DELLE RIFRAZIONI ASTRONOMICHE.

144. La refrazione astronomica è un piegamento de' raggi della luce, in virtù del quale vediamo gli oggetti un poco più alti di quel che sono. Ponete una moneta sul fondo d'un catino: po

scia scostatevi tanto, che l'orlo del vaso ve la nasconda. Fate allora versar dell'acqua nel recipiente: eccovi tosto tornar negli occhi la moneta. Lo stesso accade d'un fiore, il qual sia dipinto sul fondo del catino: acciocchè niuno possa mai sospettare, che l'acqua sollevi effettivamente la moneta.

145. Per ben capire questo fenomeno, è d'uopo stabilir due principj. 1.° Che tutto ciò che vediamo, intanto il vediamo perchè la luce, mossa per ogni dove con incredibile velocità, urta ne' corpi, e vien di rimbalzo a percuoter le nostre pupille, e portarvi dentro l'immagine di essi: laonde il vedere non è altro, se non sentir le battute de' raggi luminosi sopra la retina. Siccome col mezzo d'una lente ci rappresenta la camera ottica, in piccolo spazio dipinte, le case e le strade d'una città, con tutti gli uomini e li bestiami che vi s'aggirano: così il nostr' occhio è fornito d'umori o lenti capaci a raccoglier le stesse immagini distintissime, dentro un campo infinitamente più piccolo. Nè v'è luogo a dubitarne, dacchè si scorgono in fatti coteste dipinture nell'occhio d'un bue, tratto di fresco, e applicato ad un pertugio di stanza oscura;

146. 2.° La luce, di sua natura cammina per linea retta. Anche ciò è manifesto; poichè se nella dirittura dal nostr' occhio ad un oggetto si frammette un ostacolo, non vediam più l'oggetto. Così non veggiam la moneta, quando l'orlo del catino si trapone tra quella e il nostr' occhio. Questo secondo principio abbisogna però d'una condizione; cioè che la luce cammini per un ambiente d'egual densità: allora il suo viaggio è senza dubbio per linea retta. Ma se la moneta sia coperta d'acqua, e per conseguenza i raggi di luce, ch'ella rimanda, passino dall'acqua nell'aria, in tal caso non vanno più per linea retta: perocchè usciti dell'acqua, verso l'acqua si piegano un poco, dalla parte ove l'hanno più prossima; e così quelli, che trascorsi sarebbero per di sopra al nostro capo, se l'acqua non ci fosse, vengono in grazia di quel piegamento a ferire le nostre pupille, e ci fanno scorgere la moneta. Come poi l'occhio non sa di cotal piegamento, perciò l'anima nostra non può giudicar della situazion dell'oggetto, se non se dalla direzione de' raggi nell'ultimo istante allorchè colpiscono gli organi della visione: e così la moneta ed il fiore ci sembrano alzati dall'acqua.

147. La causa dell' accennato piegamento non è difficile da intendere. L'acqua, per esser più densa dell' aria, attrae li raggi di luce con maggior forza di quel che fa l' aria; laonde usciti dell' acqua, verso l' acqua si piegano: e come l' attrazione s' esercita del continuo, così ad ogni momento nasce una nuova piegatura, finchè pervenuti non siano a tal distanza da non sentir d' avvantaggio l' attrazione dell' acqua. Quelle piegature successive rendono curvo il cammino della luce: ma l' occhio riceve il colpo secondo la direzione dell' ultima piegatura, nè può aver sensazione alcuna delle piegature antecedenti.

148. Per simil ragione il remo sott' acqua ci appare scavezzo. I raggi di luce, che da quello riverberati a noi vengono, usciti dell' acqua, s' incurvano, al modo già detto, per causa dell' attrazione di essa; e noi giudicando dall' impressione, che l' occhio riceve secondo l' ultima piegatura, dovremmo creder la pala del remo più alta che in fatti non è, se già davanti non fossimo certi che quell' apparenza c' inganna.

149. Frangesi dunque la luce, quando passa da un ambiente ad un altro di densità diversa; e quel frangimento s' ap-

pella *refrazione*. E poichè s'è veduto (94, 95), che l'aria si rende via via più lieve, secondo che è più lontana dalla superficie terrestre, perciò fa mestieri indagare a quai torcimenti per avventura vada soggetta la luce del Sole, de' pianeti, e delle stelle, mentre traversa gli strati diversamente densi dell' atmosfera. Imperocchè quella deviazione de' raggi ci farà vedere gli astri fuori del vero lor sito; e questo è un inganno, che per niun modo l'astronomica verità non comporta.

150. Or qui convien richiamare alla mente ciò che abbiam dimostrato (45), che *ogni massa rotonda tira a sè gli altri corpi per linea perpendicolare alla sua superficie*. Quando una stella si trova precisamente al nostro zenit, i raggi da essa vibrati verso di noi, a guisa di sasso che piomba dall' alto, sono perpendicolari a quel punto del globo terrestre, e per conseguente anche all' atmosfera che gli soprasta, siccome quella ch' è atteggiata del pari (118). L' attrazione dell' aria è dunque uguale in tal caso da ogni lato: e però crescerà bensì la velocità della luce, a misura che più la tirano gli strati d' aria sempre più densi, ne' quali s' immerge suc-

cessivamente; ma il raggio non sarà piegato più da una parte che dall'altra, siccome non è il sasso il qual cade a piombo senza declinare per alcun verso.

151. Ma se la stella sia in altra parte del cielo, sicchè i suoi raggi vengano a noi per linea obliqua alla superficie terrestre, a similitudine di sasso slanciato di fianco dall'alto d'una torre, allora dee nascere alla luce quel che succede alla pietra. Se chi la scaglia ha in animo di ferire il piede d'un albero, fa d'uopo che tenga il tiro più alto, come volesse colpir la cima; imperocchè la pietra non va coll'impulso solo del braccio; ha il proprio peso che di continuo la sforza a bassarsi da quella direzione; laonde in vece d'andare per linea retta, descrive una curva; e in vece di percuoter le chiome della pianta, perviene a batter nel piede.

152. S'è già veduto (96), che attrazione, gravità, e peso possono riguardarsi per una cosa medesima. L'idea del peso nel sasso ci è familiare. Che poi la luce, corpo infinitamente sottile, sia pur pesante, non è tanto facile convincerne i sensi. Ma posciachè senza l'attrazione reciproca de' corpi non v'è ragione, onde un sasso, lasciato libero

nell'aria, venga piuttosto in giù, che vada in su; così è forza, che a quell' attrazione obedisca ogni corpo egualmente. E però anche la luce, vie più attirata dagli strati dell'aria, quanto più densi diventano, deve torcere il suo cammino, e scemar quell'obliquità, colla quale è entrata nell'atmosfera, poichè l'attrazione, come dicemmo, chiama al perpendicolo.

153. Quel raggio pertanto che vien da una stella negli occhi nostri, se non vi fosse atmosfera ci passerebbe sopra la testa; siccome il sasso slanciato, se la gravità nol tirasse in giù, andrebbe a colpire la sommità dell'albero, non il piede. A quel modo che il sasso descrive una curva, per la stessa ragion la descrive anche il raggio: e l'anima nostra veggendo secondo la direzione, con cui gli organi son percossi, vede la stella dove non è; l'ultima piegatura del raggio determina la visione. La stella ci appare più alta del vero suo sito, non altrimente che faccia la pala del remo, e la moneta nell'acqua.

154. Quanto poi è più bassa la stella, e quanto è per ciò più lontana dal perpendicolo la direzione de' raggi da essa scoccati verso di noi, sempre mag-

giore si trova esser la refrazione, o sia la curvità del loro cammino. E la ragione è agevole da intendere. S'immerga un bastone a perpendicolo nel mezzo ad un gran mastello d'acqua; e si tocchi il fondo. Rappresenti il bastone la via d'un raggio di luce, l'acqua l'atmosfera, il fondo del mastello la superficie terrestre. Si osservi e si marchi il segno ove giunge l'acqua a bagnare il bastone. Poi si vada bel bello inclinandolo, senza muover la punta dal sito ove preme il fondo. Ognun vede, che quant'è più obliquo, tant'è più lunga la porzione immollata; tanto più lungo per conseguenza il viaggio della luce per l'atmosfera: e come una scala, quant'è più lunga, tanto ha più scaglioni, così il raggio in più lungo tratto comporta più spezzature; e la somma di queste, che costituisce la rifrazione totale, divien maggiore.

155. Il bastone diritto in mezzo al mastello ci fa poi vedere, come il raggio, che vien perpendicolarmente dal zenit, non deve patire alcuna refrazione; poichè l'aria essendo in ugual quantità da tutte le parti, a simiglianza dell'acqua che circonda il bastone, la luce tirata con pari forza da ogni lato, non

si piega ad alcuno, ma trapassa dirittamente per la via brevissima. Conchiudiamo pertanto: *La luce degli astri non soffre alcuna refrazione, se sono al zenit; e la soffre sempre maggiore, quanto son più lontani dal zenit, o sia quanto più son vicini all' orizzonte.*

156. Questa rifrazion della luce, causata dall' attrazione dell' atmosfera, si chiama la *refrazione astronomica celeste,* poichè fa vedere i corpi celesti fuori del luogo ove sono. Ma gli astronomi hanno bisogno di sapere il vero sito degli astri; senza di che sarebbe vano ogni studio sopra il sistema de' cieli: è d'uopo dunque emendare le osservazioni dagl' inganni della rifrazione; per ciò è necessario conoscer la precisa quantità di essa in ogni punto del cielo.

157. In questo investigamento comincierem dallo stabilire: che la rifrazione si fa in un piano verticale. *Piano verticale* può dirsi la superficie di un muro, che si alza a perpendicolo senza pendere in dentro nè in fuori. Così la rifrazione alza l' astro ai nostri occhi, ma senza portarlo nè a dritta nè a sinistra. Imperciocchè ritornando alla comparazione del sasso slanciato dall' alto della torre, due sono le forze che lo

muovono. Una è la sua gravità, che lo farebbe cader a piombo a piè della torre, se non vi fosse lo slancio. L'altra è lo slancio medesimo, che il porterebbe per linea dritta a ferire la cima dell' albero, se non vi fosse la gravità, che lo tira in giù. Da queste due forze si genera un moto composto: il sasso obbedendo ad entrambe, ad ogn'istante va innanzi e va in giù, descrivendo una terza linea, che non è l'una nè l'altra di quelle che avrebbe percorso, se da una sola delle due forze fosse stato cacciato. Quella linea è una curva, o vero una retta incurvata da continui piegamenti: e poichè niuna delle due forze tira il sasso nè a dritta nè a sinistra, per ciò quella curva sta in un piano verticale; in guisa che il sasso in tutto il suo volo raderebbe sempre un muro, se un muro andasse dalla torre all'albero.

158. Similmente il raggio di luce è animato da due forze: la vibrazione dall' astro, e l'attrazione dall'atmosfera. Spinge la prima a passar diritto al di sopra del nostro capo quel raggio, che dalla seconda tirato in giù, vien per via di successivi abbassamenti a capitar nelle nostre pupille. Le attrazioni laterali non

lo fanno deviare, perchè equipollenti, essendovi egual quantità d'aria sì a dritta che a manca: e però la deviazion nasce tutta verticalmente, allo stesso modo come quella del sasso. *La rifrazione si fa* dunque *in un piano verticale*, siccome ci eravamo proposti di dimostrare.

159. Ch'ella poi ci faccia comparir l'astro più alto, e non più basso; oltre quel che s'è detto di sopra, si può confermare così. Se ad un cieco venga una palla nel dorso, ei la crede per certo scagliata da alcuno che sia dietro a lui; sebbene il tiratore possa benissimo essergli stato davanti, e la palla essergli passata sopra la testa, poi riverberata dal canto d'un muro. Quando non sappiamo onde venga la prima impulsione, non possiamo giudicare, se non dall'ultima direzione che ha il mobile, da cui siam colpiti. Così è della visione, nè può essere altrimente. Tutte le flessioni, che accadono al raggio di luce prima di giungere all'occhio, si fanno senza saputa di questo, nè hanno con esso alcuna relazione o corrispondenza. L'anima giudica dalla percossa, e però riferisce gli astri e gli oggetti tutti secondo la direzione di questa.

160. Or che questa direzione sia tale, come se il raggio venisse da più alte mosse, che non è il vero sito dell' astro, si può riconoscer materialmente, pigliando una bacchetta flessibile, la quale impugnata da altri per l'estremità più gagliarda, s' incurvi un poco dall' altra in verso terra a cagion del suo peso. Fate di rimirare per lo lungo della bacchetta, secondo la direzione ch' ella ha dalla punta in su. La visione sarà senza dubbio indiritta a più alto scopo, che non è il pugno di chi tien la bacchetta. Or se nel pugno si finga l'astro, nella bacchetta il viaggio della luce, sarà patente nell'ultima sua curvità la direzione secondo cui l'occhio sente la percossa del raggio. Conchiudasi dunque: *La rifrazion della luce fa vedere gli astri più alti di quel che sono realmente.*

161. Grandi fatiche sostennero uomini sommi per liberare l'astronomia da questa illusione. *Cassini, la Caille, Bradley, Mayer* vi hanno speso gran parte della vita. Grazie alla loro perseveranza, siamo arrivati oggidì a conoscere molto accuratamente, quanto sia l'errore, che nasce dalla rifrazione, in ogni punto del cielo, avvegnachè abbiam

dimostrato, non esser già uguale per tutto la sua quantità, ma farsi maggiore secondo che l'astro è più prossimo all'orizzonte. Era dunque mestieri indagare e determinar puntualmente la detta quantità, ad ogni altezza diversa degli astri dall'orizzonte. Tra i varj metodi usati per questa indagine, c'ingegneremo esporne uno ad intelligenza comune.

162. Chiunque abbia innalzato una qualche volta gli occhi al cielo, non avrà potuto a meno di non accorgersi, che tutte le stelle girano in 24 ore, come fa il Sole; altre più basso, altre più alto. Quant'è più verso al punto cardinale del mezzogiorno il sito dell'orizzonte, onde spuntano, tanto s'alzano meno nel loro giro: a quel modo che il Sol nell'inverno ci passa dinanzi molto più basso, di quel che faccia la state quando levasi in parte assai più vicina al punto cardinale di tramontana, che a quello di mezzogiorno. Si piglian di mira quelle stelle, che nella diurna rivoluzione trapassano appresso poco al di sopra del nostro capo, e s'aspetta di osservarle nella culminazione, cioè quando sono alla massima altezza dall'orizzonte. La loro distanza dal zenit è al-

lora o brevissima, o nulla, e però secondo le cose dimostrate non patiscono rifrazione. L'osservazione fatta in quel momento ci mostra dunque la stella nel vero sito ove giace nel cielo.

163. Dopo la culminazione discende ella sempre fin al suo tramontare: s'avverta solo, che questo scendere non è un moto particolar della stella, la qual muti la propria sede nel firmamento; comune a tutte è quel moto, e dipende o da girar del cielo secondo il sistema di Tolommeo, o da girar della terra d'intorno a sè stessa secondo quel di Copernico; de' quali sistemi ragioneremo quando cada in acconcio. Restano dunque immobili le stelle nel luogo occupato da ognuna di esse, e conservano quindi immutate e costanti le loro distanze reciproche. Ma perchè l'illusion delle rifrazioni altera del continuo quelle distanze, perciò gli astronomi dopo aver osservate due stelle, A, B, che passano ad ora diversa al zenit, ed avere ivi determinato, senza timore di refrazioni, il vero sito di entrambe, e dedotta per conseguente la vera distanza tra esse, prendono poi un altro giorno, tutto ad un tratto, la misura immediata della distanza medesima, quan-

do A è al zenit, e B in altro sito più basso: e la trovan più piccola della vera, perciocchè la refrazione alzando la stella B, la avvicina alla A. L'errore in detta distanza è l'effetto della refrazione: ond'ecco riconosciuta la quantità d'alzamento, ch'è prodotto dalla refrazione, a quell'altezza in cui era la stella B nel momento dell'ultima osservazione. Con tale ed altri metodi, assai più laboriosi di quel che sembri per avventura al racconto di questo, è stata determinata la scala delle refrazioni, cioè la precisa quantità di che un astro si vede alzato per quelle dal vero suo sito, ad ogni diversa elevatezza dall'orizzonte.

164. La rifrazione maggiore è l'orizzontale, cioè quando l'astro si leva, o tramonta. Essa è in Verona di minuti 31 $\frac{1}{2}$ circa. Dico *in Verona*, poichè dipendendo la refrazione dalla densità dell'aria, ognun sa che ogni clima non gode la stessa qualità d'aria. Perchè poi si comprenda che sian que' minuti 31 $\frac{1}{4}$, diremo tanta essere appunto la grandezza del diametro del Sole nel mese di Giugno. Ed essendosi detto più volte, che un circolo si divide in 360 gradi, un grado in 60 minuti, ne viene, che

se vi fossero 686 Soli, che si toccassero un dopo l'altro, così seduti sull'orizzonte, siccome il Sole appena levato, formerebbero un anello tutt'all'intorno, posciachè 686 volte 31 ½ fanno 21600 circa, quanti minuti si contengono appunto in 360 gradi.

165. Ma se l'alzamento apparente degli astri, per causa della rifrazione orizzontale, agguaglia il diametro del Sole, ne nascerà, che quand'egli è appena sorto, o quando è in procinto di tramontare, nella verità sarà tutto nascosto sotto l'orizzonte. La rifrazione ce lo fa veder tutto intero, sebben l'orizzonte lo asconda tutto: a quel modo che ci vien veduta la moneta nell'acqua, comecchè s'interpongano gli orli del catino. Se non vi fosse atmosfera, nè men picciola parte del Sole vedremmo in quel punto, nel qual lo scorgiamo pur tutto: a quella guisa che senza l'acqua niente vedremmo della moneta.

166. Quando poi il Sole tocca in realtà l'orizzonte coll'orlo inferiore del proprio disco, allor lo miriamo alzato dall'orizzonte di tutto sè stesso, sicchè un altro Sole vi capirebbe frammezzo. Ma è d'uopo qui fare una riflessione. L'orlo

inferiore, il qual tocca in realtà l'orizzonte, ci pare alzato min. 31 $\frac{1}{2}$ a cagion della rifrazione orizzontale. Ma l'orlo superiore, perchè men basso, dee soggiacere, per le cose dimostrate, a minor apparenza di alzamento. Esso è lontano dall'orizzonte min. 31 $\frac{1}{2}$: or s'è trovato a forza d'osservazioni, che a quell'altezza l'effetto della refrazione è soltanto di minuti 26 $\frac{2}{5}$. Se dunque l'orlo inferiore apparisce più alto del vero minuti 31 $\frac{1}{2}$, ed il superiore minuti 26 $\frac{2}{5}$, ne segue che questo ci appar più vicino all'altro, di quello che sia realmente: il diametro del Sole, d'alto in basso, ci comparisce dunque più corto da quattro a cinque minuti, dell'altro da destra a sinistra: il qual non patisce accorciamento dalla refrazione, siccome quella che già s'è veduto non alterare punto nè poco il sito degli oggetti da dritta manca. E poichè la quantità della refrazione delle altre parti intermedie del disco solare, siccome poste a diverse altezze dall'orizzonte, deve gradatamente scemare dai minuti 31 $\frac{1}{2}$ ai minuti 26 $\frac{2}{5}$, quindi ne nasce un cambiamento di figura nel Sole, e così nella luna, che quando son prossimi all'orizzonte, ci

compariscono ovali. Chi non vi avesse posto mente, vi badi, essendo molto visibile la differenza dalla rotondità; dappoichè nell' altezza predetta il diametro verticale, o sia d' alto in basso, è più piccolo d' una settima parte del diametro orizzontale, che è quel da destra a sinistra. Tutto questo è illusion della rifrazione, la quale in tal caso rende ovale negli occhi nostri l' immagine di ciò ch' è rotondo.

167. All' altezza di cinque Soli circa dall' orizzonte, l' effetto della refrazione è già ridotto alla metà, val a dire a min. 15 ¼. All' altezza di gradi 6, o si dica d' undici Soli e mezzo circa, si ristringe ad un quarto, talchè non arriva ad 8 minuti. Crescendo le altezze, prosiegue la refrazione a farsi via via minore, ma sempre calando più lentamente. A 45 gradi di elevazione, cioè a mezza altezza tra l' orizzonte e 'l zenit, non arriva a un minuto. Così di grado in grado s' è definita la quantità della refrazione, e descritta in tavole, con l' ajuto delle quali gli astronomi, osservata l' altezza d' un astro dall' orizzonte, vi dibattono sempre quel tanto che importa la refrazione.

168. È facile intender la causa, per

cui la quantità della rifrazione si muta rapidamente nelle piccole altezze degli astri dall' orizzonte. Un lungo bastone, leggermente confitto nel mezzo del fondo d'una gran vasca, con libertà d'inclinarsi fino a toccarne gli orli, ne darebbe ocular dimostrazione. Il fatto sta, che ponendo l'atmosfera alta 43 miglia (116), il viaggio per essa della luce, che, in venendo questa a piombo da una stella posta al zenit, è di miglia 43, diviene di verso a 600 miglia se l'astro è all'orizzonte, e di circa 300 s'egli è alto solamente sei gradi.

169. Ed or si comprenderà il perchè ci sia conceduto affissare il Sole senza nocumento della vista, quando egli è all' orizzonte. Quanto più lungo è il cammin de' suoi raggi per l'atmosfera, più quantità ne riman dispersa ed intercetta dall'aria e dai vapori. Imperocchè l'aere colla sua densità non solo rifrange, ma anche riflette la luce, cioè ne respinge una parte senza lasciarla passare. In fatti s'è già trovato da' Fisici con le loro sperienze, che l'intensità della luce del Sole è 1354 volte minore dal margine dell'orizzonte, di quel che sia pegli abitanti della zona torrida, quando lo hanno sul capo a perpendicolo.

170. Questo è un altro argomento in favore di quella conchiusione, che abbiamo adottata (120): che i cieli al di là dell' atmosfera siano del tutto vacui. Altrimente per quanto sottil fosse l'etere, da cui v' ha chi gli stima occupati, la luce delle stelle, che sta in cammino alcuni anni per tragittar fino a noi, resterebbe in sì lungo viaggio tutta intercetta a poco a poco dall' etere, e noi non potremmo scorgere stella veruna.

171. Abbiam detto di sopra (164), che la rifrazion non è uguale in tutti i paesi, stante la differenza del clima. Vi è un' altra causa d' ineguaglianza; ed è la diversa elevazione del suolo: posciachè quant' è più alto il sito, tanto meno strada fa il raggio per arrivarvi, le rifrazioni per conseguenza sono minori. Ma ora diremo di più, che la rifrazione è soggetta a variar nello stesso paese, non solo da stagione a stagione, ma ancora dal giorno alla notte, e perfino da un' ora all' altra. La causa di tutte queste varietà è sempre la stessa: cioè la costituzione dell' aria, che va sottoposta continuamente a vicissitudini. Il caldo, il freddo, e l' umido mettono alterazioni incessabili nello stato dell' atmosfera. Il calore dilata, e

ratefà l'aria; il freddo e l'umido la condensano. Ma la refrazione provien dalla densità dell'aria: dev'esser dunque maggior nel secondo caso, minor nel primo. Sono pertanto maggiori, generalmente parlando, le refrazioni la notte del giorno, l'inverno della state, ne' climi umidi più che negli asciutti. Noi stessi, con le nostre osservazioni, fatte in un luogo e nell'altro, abbiamo trovato le rifrazioni in Verona più piccole d'un venticinquesimo di quelle in Parigi; ond'è da creder che l'aere Veronese sia alquanto più puro, e men umido del Parigino.

172. Ecco perciò l'astronomo posto alla necessità di scandagliare la densità dell'aria al momento d'ogni sua osservazione, se vuol correggere esattamente l'error della rifrazione, posto ch'ell'è tanto instabile. S'è veduto (108), che la densità dell'aria è proporzionale al peso degli strati superiori, il qual è indicato dal barometro (99). Bisognerà dunque valutar la quantità della rifrazione, ragguagliatamente all'altezza del mercurio in quell'istromento. Sia, per esempio, costrutta la scala delle rifrazioni, come suol farsi, per il caso dell'altezza mezzana del

barometro, la qual sia di pollici 28. Se il barometro varia d'un pollice, vale a dire, d'un ventottesimo, le refrazioni debbono variar d'altrettanto: e però calando il mercurio a pollici 27, scemano esse d'un ventottesimo dalla loro quantità media; montando l'argento vivo a pollici 29, crescon le rifrazioni d'un ventottesimo. E così intendasi in proporzione per le altezze intermedie del barometro.

173. Tutto questo per altro non basta ancora. Imperocchè la densità dell'aria patisce cangiamento, non solo al variar del peso degli strati superiori, ma ancora in ragion degli effetti della sua elasticità, dipendenti dal calore. Di maniera che stando il barometro ad una data altezza, ed essendo per conseguente l'atmosfera di un dato peso, ciò non pertanto la densità dell'aria è diversa a diverso grado di calore. In vero abbiam dimostrato (112), che anche la forza elastica dell'aria è misurata dal barometro, cioè dalla pressione degli strati superiori: ma ciò parimente si debbe intendere, poste da banda le vicissitudini del calore. Imperocchè si supponga questo aumentato: esso dilata i corpi, o sia li fa crescere di volume, e oc-

e occupare spazio maggiore, come ognun vede nell'acqua che bolle; dunque l'aria per dilatarsi ha bisogno d'acquistare spazio col respingere in su gli strati superiori. Il peso loro per conseguente può restare immutato, sebben l'aria inferiore col dilatarsi venga a scemar nella densità. Ecco il motivo, per cui veramente il peso dell'atmosfera non basta a far conoscer la densità dell'aria sottoposta, se non *per un dato grado di calore sempre costante*. Questa clausola cade ora in acconcio di apporre alla regola data (108): *la densità dell'aria è proporzionale al peso che la comprime*. Come poi il termometro è quello che manifesta le alterazioni del calore; così per conoscer la densità dell'aria, e le refrazioni corrispondenti, non basterà sapere il peso di quella dal barometro, ma bisognerà tener conto altresì delle dilatazioni di essa, relative al grado di calore indicato dal termometro.

174. Il *termometro* è un istromento, ch'è nelle mani di tutti, ma che non da tutti s'intende: il perchè ne direm due parole di spiegazione per cui bisognasse. Il caldo fa crescere di volume lo spirito di vino, o il mercurio, che riempie la palla, il quale per conseguen-

za è forzato andar su per lo tubo sottile. Il freddo al contrario restringe il liquore, ch'è nella palla, laonde quello del tubo convien che scenda ad occupare il vacuo, che in essa ne nasce. Ecco come l'alzarsi o il bassarsi del mercurio nel tubo fa puntualmente conoscer le variazioni del caldo e del freddo. E poichè il diametro del cannello è almen venti volte minore di quel dell' ampolla; quindi è che ogni minima dilatazione o condensamento, che avvenga nel mercurio della palla, produce visibili movimenti nel filetto sottilissimo del tubo.

175. Sulle dilatazioni dell' aria corrispondenti a diversi gradi di calore, non sono per anco i Fisici ben d'accordo fra loro. La più parte conviene appresso poco in questo: che per ogni dieci gradi di cangiamento nel termometro, le refrazioni siano alterate d'un ventiduesimo. In Verona il massimo freddo ordinario va a 5 gradi circa: il massimo caldo ai 28. Vi ha dunque differenza di 33 gradi di calore dalla state all'inverno; e però le rifrazioni variano, per questa sola causa, di tre ventiduesimi e da vantaggio, o sia d'un settimo circa.

176. E come il barometro, per le os-

servazioni di nove anni, varia persino a pollici $3 \frac{1}{9}$, il che viene a star quasi la nona parte di 28 pollici; così il cangiamento totale delle rifrazioni, a motivo della variazion del barometro, o sia del peso dell'aria, va infino ad un nono.

177. Quando s'è fatta l'osservazione del luogo apparente d'un astro nel cielo, bisogna dunque, per liberarla dagl' inganni della refrazione, applicarvi le correzioni convenienti all'altezza del barometro, e del termometro; i quali strumenti si debbon tenere del tutto prossimi alla bocca del cannocchiale, essendo la costituzione dell'aria in quel sito quella che decide della quantità della rifrazione. Con questi mezzi son pervenuti gli astronomi a conseguire osservazioni molto concordi in ogni stagione.

178. Sembrerebbe tuttavia, che non solo della densità e dell'elasticità dell' aria dovesse tenersi conto, ma ancor della sua secchezza, e della umidità. Imperciocchè il calor debbe agire diversamente in aria umida, o in aria secca. Quindi è che, a render perfetta la cognizione delle rifrazioni, molti son di parere, che si dovrebbe far uso eziandio dell' igrometro; istromento special-

mente destinato a misurare l' umidità dell' aria.

179. Qualcuno forse dirà, che il termometro esposto alla bocca del cannocchiale può bensì dinunziare l' elasticità dell' aria che lo tocca e circonda; ma non così gli effetti del calore che regna negli strati superiori dell' atmosfera. Arguta sarìa l' obbiezione: ma il gran Neutono ha provato, che se la densità dell' aria s' accresce quant' è più vicina alla Terra, e s' accresce con regolar gradazione, siccome par ragionevole, da uno strato all' altro, supposti d' altezza uguale; ad ogni strato dee nascere un piccolo piegamento del raggio; e la somma di que' piegamenti, la qual costituisce la refrazione totale, viene appunto ad esser tanta, come se fossero tolti tutti gli strati intermedj, e la luce passasse immediatamente, dall' etere ovvero dal primo strato, nell' ultimo, cioè in quello che tocca il vetro del cannocchiale. Se questo teorema non fosse vero, il termometro, il qual sente unicamente le vicissitudini del calore in quell' aria che lo circonda, sarebbe insufficiente a corregger le refrazioni dalle ignote influenze degli strati superiori: ma poichè in pratica si ritrova, che le corre-

zioni regolate sul termometro adducono le osservazioni a grande esattezza e concordia, è forza inferire, che l'occhio perspicace del gran Neutono abbia colto nel segno, o molto prossimamente.

180. La verità del di lui teorema spicca soprattutto nelle osservazioni degli astri non troppo vicini all' orizzonte. Imperciocchè da questo persino all' altezza di 5, o 6 gradi, le refrazioni patiscono qualche incertezza ed irregolarità, per cagion de' vapori più crassi, che massime nei luoghi abitati ingombrano spesso, e per salti, l' aria inferiore. Quindi è che gli astronomi evitano quanto possono d' osservare gli astri, allorchè son propinqui all' orizzonte, e gli aspettan piuttosto al punto della massima loro elevazione: ond' è che le osservazioni fatte nel meridiano sono quelle che godono la maggiore autorità. Ma delle cause di varietà nelle rifrazioni sia ragionato a bastanza.

181. Una conchiusione importante dobbiam cavare da quel che s' è detto: vedersi in grazia della rifrazione tutto intero il Sole; e prima immediatamente ch' egli cominci a spuntar la mattina, e dopo ch' egli ha finito di tramontare la sera. La conchiusione sta in questo;

che il giorno naturale, cioè il tempo che passa dall'orto all'occaso del Sole, è allungato a vantaggio nostro dalle rifrazioni. La quantità del prolungamento consiste nella somma de'due intervalli occorrenti al Sole, per mettersi fuori tutto intero la mattina, e per occultarsi la sera. Questi tempi sono eguali nel medesimo dì; ma non così da una stagione all'altra, meno poi da un paese all'altro. La ragione di queste varietà è quella stessa, che si è resa nel Cap. VI (129, 130) per dichiarare la diversa durata de'crepuscoli; però ci asterrem dal ripeterla.

182. In Modena ed in Verona il tempo, che il disco del Sole impiega a sorgere, od a tramontare, è di 3 minuti negli equinozj, e di 3 min. $\frac{1}{2}$ ne'solstizj. Di maniera che in Marzo e Settembre le refrazioni prolungano il giorno di 6 minuti; in Giugno e Dicembre di 7: crescendo e calando gradatamente tra questi due termini negli altri mesi.

183. A Londra le rifrazioni allungano il giorno di 7 e più min. negli equinozj, e di 9 $\frac{1}{3}$ ne'solstizj. A Pietroburgo di 9, e 15, respettivamente. E più che si va al settentrione, l'aumento che nasce dalla rifrazione nella durata del gior-

no cresce vie maggiormente: tanto che se vi sono abitatori al polo, essi vedono il Sole metter 33 ore $\frac{1}{2}$ a levarsi, ed altrettante a tramontare; ma tutto l'anno è diviso per loro in un solo giorno, ed una sola notte.

184. Abbiamo veduto (124, 125), che l'aria atta a rifletter la luce, e produrre i crepuscoli, s'alza miglia 43. Ma l'aria capace a rifranger la luce, cioè a generare que' torcimenti, di cui si è trattato nel presente Capitolo, non s'eleva che appena il sesto, o sia 7 miglia al più. Questo trovato dipende tutto da teorie sottili, e da maneggio delle facoltà matematiche; nè può esser inteso da chi non sia più che mediocremente avanzato in quegli studj. Per altro poco rileva conoscer l'altezza, alla quale cominci il raggio di luce a piegarsi: quel che importa è sapere la somma totale de'piegamenti, quand'egli arriva al nostr' occhio; val a dir quanta sia la differenza dal sito vero degli astri, a quello dove la refrazion ce li fa comparire, e c'inganna. Or questo ci lusinghiamo d'aver posto in chiaro bastantemente.

185. Resta da dir due parole della *refrazione astronomica terrestre*. I raggi di luce, che riflettuti da un oggetto

terrestre lontano, per esempio dalla cima d'un monte, vengono a portar la sua immagine nelle nostre pupille, fanno questo cammino a poca distanza dalla superficie terrestre. L'attrazion della Terra li tira in giù, mentre passano, continuamente; e però quelli che nel rimbalzar dal monte sono indiritti al nostr'occhio, ci giungono in vece ai piedi; e quelli che ci arrivan realmente negli occhi, son partiti dal monte con direzione a passarci sopra la testa. Descrivono dunque una curva al modo già detto per quelli vegnenti dagli astri; e noi veggiamo il vertice del monte secondo la direzione dell'ultima piegatura, che ha il raggio, quand'entra negli occhi nostri. Anche gli oggetti terrestri ci appajono dunque più alti di quel che sono. Quest' errore è insensibile nelle brevi distanze, ma cresce rapidamente quant'è più rimoto l'oggetto: poichè il raggio facendo più strada patisce più torcimenti; e come una rifrazion doppia produrrebbe error doppio, se la distanza non si mutasse, lo genera quadruplo in una distanza doppia. Così la larghezza di due stecchi in un ventaglio è doppia di quella d'un solo; ma la larghezza di due stecchi nella cima è maggior

quattro volte di quella d'un solo nel mezzo. Questo si appella variare come i quadrati delle distanze; e questa legge è avverata dal fatto, poichè alla lontananza di 3 miglia vediamo gli oggetti elevati d'un piede da quel che sono in realtà; alla distanza di 6 miglia l'errore è di piedi 4; di piedi 16 a 12 miglia; di 36 a 18; e così discorrendo. Ogni poco che un sappia d'aritmetica, si avvedrà, che da 3 miglia a 18, per esempio, la distanza cresce 6 volte, e l'error della rifrazione 36 volte, cioè come il quadrato di 6: dacchè altro non è il quadrato in aritmetica, se non se il prodotto di un numero moltiplicato con sè stesso.

186. Si scopre e determina la quantità della rifrazione terrestre nel modo che segue. Dicansi A, B, due punti della Terra, l'un più elevato dell'altro, e distanti tra loro d'alquante miglia. Egli è indubitato; che quanto il sito A è più alto del sito B, tanto il luogo B è più basso del luogo A. Se però stando in B si osserva cogl'istromenti l'altezza del punto A, bisogna che poi stando in A apparisca il punto B depresso di tanto, quant'è l'elevazione già osservata del punto A; detratta la differen-

za che nascer deve dalla rotondità della Terra. Ora questa eguaglianza tra l'elevazione da una parte, e la depressione dall'altra, è quella che mai non si trova nelle distanze considerabili. Il divario dipende dalle due rifrazioni, e però manifesta e misura la quantità delle medesime.

187. Gli astronomi hanno bisogno delle osservazioni d'oggetti terrestri per ritrovare le dimensioni della Terra (69, 70). Adunque è mestieri che purghino le altezze de'loro segnali dagli errori della rifrazione terrestre, e quindi importa che sia da essi ben conosciuta. Sono obbligati altresì di far uso della medesima per emendare le osservazioni degli astri, che da situazione elevata scopron talvolta più bassi del livello orizzontale. Allora alla refrazione celeste si aggiugne eziandio la terrestre, e l'aumento è considerabile e rapido al crescer la depressione.

188. E fin qui ci pare d'aver soddisfatto a bastanza agli assunti presi (97); lasciando solo per altro tempo, cioè quando si tratterà degli eclissi lunari, il parlar dell'ingrandimento dell'ombra prodotto dall'atmosfera terrestre.

CAPITOLO VIII.

DELLE METEORE ASTRONOMICHE.

189. Sotto nome di *meteora* s'intende tutto ciò che apparisce od avviene nel regno dell'aria: nuvole, pioggia, tuoni, venti, grandine, ecc. *Meteore astronomiche* denomino quelle, che possono esser credute astri o parte di loro, e sono: aloni, parelii, paraselene, aurore boreali, stelle cadenti. Di ciascuna daremo contezza per ordine; e così compiremo quel che ci spettava dire intorno all'atmosfera terrestre.

190. *Alone* è quella corona luminosa, ora bianca, ora colorata a maniera d'iride, di cui qualche volta compariscono gli astri inghirlandati. Talora ve n'ha parecchie di queste corone una dopo l'altra, a guisa degl'increspamenti circolari dell'acqua dopo gittatovi un sasso. Estendonsi or più or meno, e talvolta a grande ampiezza. Sì fatte corone non appartengono all'astro, da cui son rimotissime, ma sono mere apparenze della luce vibrata da quello, quando nel traversare la nostr'atmosfera trova i vapori disposti attamente a produr tal fenome-

no, il qual è tutto gioco di rifrazioni, e di riflessioni. Sappiam già dai Capitoli precedenti (124, 149): luce riflettuta in tal caso esser quella, la qual percuote di fianco i vapori, e da essi è mandata al nostr'occhio; a similitudine di pallone rimbalzato da un muro: e luce rifratta esser l'altra, che passa per mezzo ai vapori, e si frange o piega secondo la lor densità. Come poi li raggi d'un colore si piegano più di quelli d'un altro, che è quanto dire i colori nella luce esser di peso diverso un dall'altro; quindi ne nasce la divisione e discernimento de' colori medesimi, riflettuti al nostr'occhio dopo la loro separazione. Niun'altra è la causa dell'arco celeste, e di tante scene brillanti e variate, che le nubi ci presentan sul nascere o sul cader del Sole.

191. Che gli aloni siano nell'atmosfera, e non nella regione dell'astro, è certissimo per molti argomenti. Li più ovvj sono: 1.° Se l'alone fosse attenente all'astro, sarebbe veduto da tutti coloro che vedono l'astro, cioè dagli abitatori di mezzo globo terrestre: ma al contrario l'alone non si rende visibile, che a pochissimo tratto di paese, per due o tre miglia al più. 2.° Il vento

rompe e disperde questa meteora. 3.° La imitiamo con l'arte, facendo alzare in fredda stagione il vapor d'acqua calda inframmezzo all'occhio e ad una candela accesa: presto la fiamma ci appare intorniata da una corona di varj colori.

192. *Parelio* è un falso Sole, il qual comparisce talvolta vicino al vero. Quando i raggi di questo s'imbattono in vapori, assettati a rifletterli verso il nostr' occhio, in ordine e quantità sufficiente, come farebbe uno specchio, ci rappresentano, in quella parte onde vengono, l'immagine del Sole. Qual'è la ragione, che i raggi solari, riverberati da un muro, non ci portano l'immagine di quell' astro, e riverberati da uno specchio ce la portan vivissima e simigliante? Se non perchè la superficie del muro è assai scabra, onde i raggi vi rimbalzano su con direzioni diverse e disordinate, incrocicchiandosi e confondendosi in un punto medesimo della retina quelli d'una parte dell' oggetto con quelli d'un' altra; laddove uno specchio per la sua levigatezza li riflette ordinati e paralleli, per il che l'immagine si scolpisce adeguatamente. Per la stessa ragione, nell'acqua, e in un marmo, che parimente rifletton la luce con ordine, veggiamo la

nostra effigie; in un muro non la vediamo.

193. La medesima causa che rappresenta un parelio, ne figura talvolta parecchj in diversi siti; talchè fino sei ad un tempo sono stati osservati. La loro grandezza non è diversa da quella del vero Sole, se non che ricevono ingrandimento per lo più da corone, ora bianche, ora colorate. Che siano essi ancora mere apparenze e fantasmi dell' atmosfera, si prova: 1.° perchè son veduti da pochi entro angusto circuito di paese; 2.° perchè duran qualche ora più; 3.° perchè non si scorgono mai quand' il cielo è perfettamente sereno; ma quand' è ingombro piuttosto di nebbiette, e per lo più nella stagione gelata; 4.° perchè finalmente s'è trovata la via d' imitarli con l' arte.

194. *Paraselène* è parola greca, che significa *con la luna*, siccome *parelio* vuol dir *col Sole*. Ella è un' immagine della luna, che nasce come il parelio, ed alla qual si conviene tutto ciò che si è detto di quello.

195. Delle *aurore boreali* non saprei dar descrizione con parole più acconcie al mio intento di quelle usate dal mio buon amico Leonardo *Salimbeni* in un

suo manoscritto comunicatomi. „ Quel-
„ la luce (dic' egli), che si ravvisa
„ talvolta in cielo di notte in una nu-
„ be rara, trasparente, situata per lo
„ più a settentrione, vien detta *aurora*
„ *boreale*, per certa simiglianza, che
„ ha questo fenomeno coll' aurora pro-
„ priamente detta. Benchè siavi molta
„ varietà nella luce, nella grandezza,
„ nella figura, nella posizione, nella
„ durata, e nell' altre apparizioni dell'
„ aurore boreali, tuttavolta li principali
„ capi, in cui tutte, o almen le più
„ insigni, convengono, sono comune-
„ mente i seguenti.

196. „ La nube luminosa si forma
„ per lo più a settentrione, pur non di
„ rado si vede collocata verso il levan-
„ te o verso il ponente: è attaccata so-
„ vente all' orizzonte, e qualche volta
„ da esso per poco tratto disgiunta: ora
„ è bianca, ora splende di varj colori,
„ ed ora è fosca con una fascia screzia-
„ ta nel margine superiore, ed anche
„ tutt' all' intorno. Dalla parte di sopra
„ sgorgano più o meno copiosi getti di
„ luce, alle volte continui sì che sem-
„ brano torrenti di luce, altre volte in-
„ terrotti come quelli de' fuochi festivi.
„ Accade talora che in luogo di questi

„ getti, da diverse parti della nube co-
„ me da altrettanti fori, escono con fra-
„ gore alcune colonne luminose, ora
„ con moto lento, ed ora vibrate con
„ gran velocità, che durano 2, 3, e 4
„ minuti, e sono vagamente colorate,
„ e di varia lunghezza. S'è veduto qual-
„ che volta confluire nello stesso luogo
„ molte di queste colonne, dividersi,
„ penetrarsi, formare una nube densa,
„ che s'accende dipoi con più veemen-
„ za di prima, e sparge un lume ver-
„ de, ceruleo, porporino; quindi fattasi
„ bianca prosegue a muoversi verso l'au-
„ stro. È degno però di considerazione,
„ che la materia componente la nube
„ dell'aurora boreale è sì rara, ch'es-
„ sa non impedisce di vedere a traver-
„ so delle sopraddette colonne lumino-
„ se, e della fascia della nube, e qual-
„ che volta ancora a traverso della stes-
„ sa sua parte fosca, le stelle di prima
„ e seconda grandezza. Tali sono a un
„ di presso li principali fenomeni, che
„ accompagnano le aurore boreali, le
„ quali se nelle nostre regioni meridio-
„ nali presentansi di rado a'nostri oc-
„ chi, sono però più frequenti verso il
„ settentrione, cosicchè nella Laponia,
„ e negli altri paesi vicini al polo splen-
„ dono quasi in tutte le notti „.

197. Da che traggano origine le aurore boreali, non è ancora schiarito. Gli astronomi l'hanno fatte provincia loro, per averle alcun d'essi attribuite, seguendo il *Mairan*, all'atmosfera del Sole, la qual venga talvolta ad azzuffarsi con la nostra, malgrado l'enorme distanza interposta. Ma non mi pare che questa ingegnosa congettura prenda vigor per consolidarsi. Conciosiachè (per non dir che una sola delle molte obbiezioni che soffre) l'atmosfera solare, come ne renderemo ragione a suo tempo, è configurata a guisa di lancia, o piramide, la quale in due tempi dell'anno soltanto ha la sua punta indrizzata ad avviluppare la Terra. Dovrebbero dunque le aurore boreali aver luogo in que'tempi e sempre ed unicamente; delle quali due condizioni niuna s'avvera, mentre quel fenomeno non ha tempi o stagioni, a cui sia circoscritto, ma anzi apparisce all'impensata, senz'alcun periodo nè legge ne'suoi ritorni.

198. La più parte de'Fisici si riunisce a ravvisar nelle aurore boreali un fenomeno elettrico. Chi però se ne vale a un modo, e chi all'altro, di questa miniera, che oggidì è molto in voga in parecchie occorrenze: e li moder-

nì Chimici, ricchi d'aria, non mancano d'introdurvi, come ingredienti necessarj, alcune specie di essa, sotto nomi troppo lontani dalla comun compresione, che fa il nostro scopo. Egli è vero, che maneggiando con l' arte le scintille elettriche, si perviene ad imitar le apparenze dell'aurora boreale: ma come ciò non succede, che in recipienti voti d'aria; o pur non succede nelle tenebre, adoperando le specie aeree volute da' Chimici: ne viene che in questo secondo caso l'imitazione è mancante d'una condizione integrale; e nel primo porterebbe a inferire, che le aurore boreali tenessero la lor sede fuori dell' atmosfera. Ma di questa illazione si potrebbe provare il contrario con molti argomenti, se non bastasser due soli; l'apparenza di nube, e le detonazioni. Come nuvola, non può reggersi dove l'aria non la sostenga: come tonante, non può quel crepito, che spesso accompagna le aurore boreali, esser da noi sentito senza che l'aria percossa ci porti nell'orecchio le sue ondulazioni.

199. Prudente cosa faremo adunque col ritenere per ora il consenso ad alcun sistema, aspettando che il tempo e l'irrequieta curiosità dell'umano inge-

gno scoprano meglio la vera causa delle aurore boreali.

200. Quanto alle *stelle cadenti*, diremo in due parole; che impropriamente si onorano col nome di *stelle*, quando son fuochi che accendonsi per brevi istanti nella nostr' atmosfera, e de' quali rinviensi la materia, spogliata d' ogni particola infiammabile, se ben si nota il luogo ove cadono spente al suolo.

CAPITOLO IX.

DELLE PARALASSI.

201. Una lampada appesa davanti all'altar principale, pare a sinistra a chi sta nella nave destra della chiesa, e pare a destra agli astanti dal manco lato. Cotesta disparità di giudizio tanto è maggiore, quanto più i riguardanti son prossimi al lume, e disgiunti un dall'altro; tanto minore, quanto più stan discosto dal lume, ed accosto tra loro. Non altramente succede a chi mira il cielo: un astro apparisce in luogo diverso, a guardarlo da siti diversi del nostro globo. Nè questa illusione dee nascere solamente dal lato, siccome l' esempio della lampada ci figura; ma ancor

d'alto in basso: onde l'astro parrà più elevato agli abitatori della falda, che non a quei della cima d'una montagna; a quel modo, che i tetti delle case pajon sublimi a coloro che son nella strada, e depressi a chi monta sui campanili.

202. Le osservazioni, che gli Astronomi fanno, stanziati in diversi e rimoti punti della superficie terrestre, saranno dunque tutte discordi: ciascun d'essi vedrà fenomeni differenti: non vi avrà legame d'unità ne'loro referti: ed in ciò solamente concorderanno, che saran tutti in errore. Imperocchè se v'ha qualche astro, il qual giri d'intorno alla Terra, vuol ragion che tal moto abbia relazione piuttosto al centro, che a qualche estrema e lateral parte; e così dà ad intender lo stesso contrasto delle osservazioni fatte alla superficie. A poter compararle insieme, trarne un corpo di dottrina, edificare un sistema, scoprire la vera legge de'movimenti celesti, era dunque d'assoluta necessità ritrovare una correzione, che amministrata con relativa misura, valesse a ridurle tutte, come fossero fatte da un punto solo; e da quell'unico, che ha attenenza ai fenomeni, qual sarebbe il

centro di qualche girazione. Concepirono pertanto gli Astronomi l'ardita impresa di voler vedere gli andamenti degli astri da un luogo, ove stare ed andar non possono; dal centro della Terra: ingegnoso imprezzabile trovamento, che solo basterebbe ad immortalare Ipparco, poichè senza quello nessun costrutto potrebbe trarsi dalle astronomiche osservazioni, tutte fra lor dissonanti, come s'è detto. Ora la differenza dal sito, ove pare esser l'astro, osservato da un punto della superficie terrestre, a quel sito ove scorgerebbesi da chi stesse nel centro della Terra, si nomina *parallasse*. Questa però importa al sommo valutare e conoscere quanto più esattamente si può.

203. Se l'astro è al zenit, egli è a perpendicolo sulla testa dell'osservatore: ma l'osservatore è sempre a perpendicolo sul centro della Terra: dunque il centro, l'osservatore, e l'astro sono in una linea medesima. Quindi l'astro, in tal caso, veduto dal centro, o dalla superficie, deve apparire nella stessissima situazione. E però stabiliremo: *Se l'astro è al zenit, la parallasse è nulla.*

204. Per lo contrario la maggior parallasse è l'orizzontale, cioè quando l'a-

stro si leva, o tramonta dall'orizzonte. A ciò intendere, immaginiamoci due corde ben tese, che partendo entrambe dall'astro, vengano, l'una a penetrare e annodarsi al centro della Terra, l'altra a far capo alla mano, per non dir più rigorosamente all'occhio, dell'osservatore. Quando l'astro è al zenit, le due corde si baciano tutt'al di lungo, quant'è dall'astro all'osservatore: fanno le veci d'un piombino, che calato dall'astro al centro della Terra, passerebbe fra le braccia dell'osservatore, il qual cauto declinasse la testa ed il corpo per non impedirlo. Ma l'astro già non si ferma al zenit: appena salito lassù, passa avanti, e discende, in virtù di quel moto, onde vediamo girarci intorno ogni 24 ore il Sole e le stelle tutte. A misura pertanto che l'astro s'abbassa dal zenit, le due corde si scostano, ognora più, l'una dall'altra: siccome avviene, se piantati due aghi, ed a quelli raccomandati i due capi d'un filo, molto più lungo di quel che sia la distanza tra gli aghi, distendasi il filo con un terzo ago quanto si può. Si vedrà, che ove gli aghi sian tutti tre in una linea, le due porzioni del filo, che vanno dall'ago mobile al

fisso che gli è più vicino, si combaciano insieme: quest'è il caso, in cui l'astro, figurato dall'ago mobile, si trova al zenit. Se poi mettasi in giro quest'ago, senz'allentare il filo, le due tirate di questo si staccano tosto l'una dall'altra, allargandosi sempre più, finchè l'ago mobile compia la quarta parte del giro intero, e si trovi non più nella dirittura degli altri due aghi, ma di fianco a distanza uguale da ciascun d'essi. Le due corde adunque verranno a star più disgiunte, allor quando l'astro toccherà l'orizzonte, poichè allora sarà distante dal zenit d'una quarta parte appunto della circonferenza del cielo. Ma le due corde tengono luogo de' raggi visuali di due osservatori, che fossero l'uno al centro, l'altro alla superficie della Terra. Questi raggi visuali saranno dunque il più disuniti, quando l'astro sia nell'orizzonte: e però allora interviene il maggior divario nella situazione, in cui pare l'astro all'uno ed all'altro di que' due osservatori. *La parallasse orizzontale è* per conseguente *la maggior parallasse*, siccome ci eravamo proposti di dimostrare.

205. Or si rifletta, che in conclusione la parallasse viene ad esser quell'

angolo, che fan le due corde nel centro dell' astro: o vero, tornando alla comparazione degli aghi alla quale ognuno può dar la prova; quell' angolo, o sia quella divergenza che tengono all' ago mobile le due porzioni del filo. Quest' angolo è nullo, quando i tre aghi sono in una medesima linea; egli s' apre, e si fa vie maggiore, quanto più l' ago mobile, dalla posizion laterale per rispetto ai due fissi, va movendo verso quella di fronte. La parallasse è dunque l' angolo, il qual vien costituito nel centro dell' astro dall' incrocicchiarsi de' raggi visuali, che a due osservatori appartengono, l' uno stante alla superficie, l' altro supposto al centro della Terra.

206. Come poi la posizione di essi è diversa, solamente dall' alto al basso, non già da man dritta o manca, perciocchè da ogni punto della superficie l' archipenzolo tende al centro; così ne segue, che il sito dell' astro alla vista loro dee parimente differire in altezza soltanto, non mai dallato nè pur d' un minimo che. Laonde si noti, che l' effetto della parallasse non casca, se non se sull' elevazione dell' astro dall' orizzonte; per il che s' addimanda *parallasse d' al-*

d' altezza, e consiste nella differenza dall' altezza apparente all' altezza vera dell' astro. *Apparente* s' intende quella, che osserviamo stando alla superficie del globo, e questa è diversa per ogni osservatore diversamente situato. *Vera* dicesi quella, alla qual si riducono tutte le altre, cioè quella che sarebbe veduta dal centro della Terra, se un osservatore potesse là collocarsi, e la massa terrestre fosse diafana per non impedirgli mirare il cielo a traverso di sè. Ma l'altezza apparente, per le cose dimostrate, è sempre più piccola della vera. Se dunque vogliamo, dopo osservata l' altezza d' un astro, saper quella, che sarebbe stata veduta nel medesimo istante dal centro della Terra, non abbiam da far altro, che aggiungere alla nostra osservazione la parallasse d'altezza. Di questa per conseguente è mestieri conoscere la giusta quantità.

207. A ciò basta, scoprir quanta sia la maggior parallasse, cioè la parallasse orizzontale d' un astro. Determinata questa, il trovar poi la quantità della parallasse ad ogni diversa altezza dell' astro dall' orizzonte, è faccenda di lieve computo. A buon conto ognun puote aver già compreso, che la parallasse va

scemando via sempre, quanto più l'astro s'alza dall'orizzonte; comechè non regni una proporzion positiva tra lo sminuir della parallasse, ed il crescere dell'altezza. Per esempio, quando l'astro è alto 45 gradi, cioè a mezza elevazione dall'orizzonte al zenit, la parallasse d'altezza non è già la metà della parallasse orizzontale: ma va ai sette decimi circa, cioè quasi ai tre quarti. Riducesi alla metà, solamente quando l'astro sia alto gradi 60, che sono i due terzi del viaggio d'elevazione dall'orizzonte al zenit. V'ha una regola matematica infallibile, mediante la quale, essendo date la parallasse orizzontale, e l'altezza apparente d'un astro, si trova con due tratti di penna la quantità precisa della parallasse d'altezza. Ma quella regola non può essere capita da chi non abbia studiato Trigonometria.

208. Resta dunque da esporre i modi, con che si perviene a determinare la parallasse orizzontale di un astro. Questa cognizione porta con sè due vantaggi inestimabili. L'uno è già detto, quello di rendere comparabili insieme le osservazioni fatte in luoghi diversi. L'altro; che la parallasse è la chiave del gran secreto, il qual sembra al comune

degli uomini impenetrabile, delle distanze degli astri. Con quella esattezza, con cui ci riesca stabilire la quantità della parallasse di un astro, con altrettanta sicurezza se ne inferisce la sua lontananza dalla Terra. Gioverà far vedere immantinente quanto sia stretto questo legame.

209. Senza tornare alla lampada, onde prese principio questo Capitolo, piacemi dichiararlo così. Due persone, sedute sur un canapè, hanno un tavolino dinanzi con un candelliere. La donna, che sta dalla destra, mira la fiamma risponder dirittamente sul lato sinistro del muro opposto. L'uomo all'incontro la vede battere sulla parte destra della stessa parete. Facciasi misurare sul muro quel tratto che s'interpone tra le due visioni: e poniamo che sia di sei braccia. Poi si mandi il tavolino nel mezzo della stanza: allor l'intervallo de' raggi visuali, che passano per il lume, sarà sulla muraglia più assai corto di prima; sarà d'intorno a tre braccia. Or chiamiam *parallasse* il divario di quelle visioni; che parallasse non è altra cosa, se ben ci ricorda, che differenza di luogo, in cui vedon l'oggetto li riguardanti in diverso sito locati. Ognun tosto ne

inferirà, che quanto l'oggetto è più lontano dagli osservatori, tanto è minore la parallasse; il che in linguaggio scientifico s'esprime così: *la parallasse è in ragion inversa della distanza;* e dicesi inversa, perchè procede all'inverso, calando la parallasse a misura che la distanza cresce.

210. Tal cognazione sì stretta tra la parallasse e la distanza è cagione, che non si possa venire in cognizione dell'una senza scoprire anche l'altra. Abbiamo veduto (69), che quando s'è misurata la distanza tra due luoghi terrestri, la qual nomasi *base*, si può arrivare, senza partir da quella, a conoscere la lontananza di que'luoghi da ogni altro, che quindi scorgasi. Imperocchè, detti A, B, li punti estremi della base, L il terzo del qual si cerca quanto sia lungi da ognun di quelli, si misura cogli strumenti, che abbiam già divisati, l'angolo che fanno in A li due raggi visuali diretti in B, e in L; e parimente l'angolo che fanno in B li raggi visuali indiritti in A, e in L. Allor dalla cognizione di questi due angoli, e della lunghezza della base, si ricava per computo infallibile, quanta sia la lontananza dell'oggetto L da ognun de'due luoghi

A, e B. Non altrimente si procede alla grande scoperta della parallasse, e delle distanze degli astri.

211. S'intendano due osservatori antipodi l'uno all'altro: di maniera che se dai piedi dell'uno si traforasse la Terra per lo mezzo, s'andasse ad incontrare li piedi dell'altro. In tal caso l'intervallo, che li separa, sarebbe un diametro della Terra; la lunghezza del quale vedemmo (89) esser ottimamente conosciuta. Può essa dunque servir di base, dalle cui estremità ambi gli Astronomi rimirando un astro nello stesso istante, e misurando ciascuno d'essi l'angolo, che fa colla base il proprio raggio visuale indiritto all'astro, avramo quanto bisogna per inferirne la lontananza da loro dell'astro medesimo, con quella stessa sicurezza di calcolo, con cui si determinano le distanze terrestri. La cognizione degli accennati due angoli sulla base svela immediatamente la grandezza del terzo angolo, che è quello il qual vien costituito dai raggi visuali, che s'incrocicchiano nel centro dell'astro. Quest'angolo, nel caso presente, è il doppio della parallasse, essendo composto dalla somma delle parallassi de' due astronomi per rispetto al centro

della Terra. Ecco pertanto come le stesse operazioni conducono a conoscer la parallasse, e la distanza degli astri. Se non che questo metodo, il più certo d'ogni altro, è quasi impossibile da mettere in pratica, per la somma difficoltà di collocare due osservatori perfettamente antipodi. S'è dunque dovuto studiare altri espedienti. Di due solamente tra i varj mezzi adoprati si può dar contezza a chi non sia ben instrutto de' termini tecnici dell' astronomia, e del maneggio de' suoi ordigni.

212. L'uno ha luogo nel caso di due osservatori, se non antipodi, almen situati il più lungi che sia possibile l'un dall' altro. Quant' è maggiore l'intervallo, che li separa, tant' è minore la sproporzione tra questa distanza e quella sommamente più grande da loro infino all' astro: e quindi si può dalla prima inferir la seconda più esattamente. Siccome ogni astronomo sa molto bene in qual punto della Terra ei si trova, e gli sono pur note tutte le dimensioni della medesima, secondo che s'è veduto nel Cap. IV, così ne segue doversi poter valutare e conoscere ottimamente la lontananza, che regna tra i due osservatori, per linea retta. Questa linea, ch' è

un diametro, quando gli astronomi sono antipodi; si denomina corda della sfera, o del globo terrestre, quando sono situati in due qualunque altri punti. Quella corda serve parimente di base alle loro operazioni, e tutto si fa come nel primo caso, e si arriva egualmente a determinare la parallasse e la distanza dell'astro. Che se le osservazioni non siano a puntino contemporanee, riducesi l'una allo stesso momento dell'altra, mediante la cognizione del moto dell'astro nell'intervallo tra le osservazioni medesime.

213. Ma v'è un altro mezzo per riconoscer la parallasse, ed ha l'avvantaggio, che può adoperarsi da un astronomo solo senza ajuto d'altri. Questo mezzo è di quella sorta, che ci ha servito a determinare la refrazione (163). Osservando un astro, quando passa dal zenit, dove s'è visto esser nulla la parallasse, si stabilisce il vero luogo, ch'egli occupa nel cielo. Osservando l'astro medesimo all'orizzonte, ov'ei soffre la massima parallasse, si nota il falso luogo, nel qual lo miriamo per causa di quella. Paragonando insieme queste due osservazioni, la differenza dall'una all'altra è la quantità della parallasse.

214. Questo sarebbe il metodo più agevole, se usar si potesse con tutti gli astri. Ma quando la parallasse è piccola, si può fallare del doppio, del triplo, ecc. in determinarla, a cagione degli erroruc-ci, che sono inevitabili nelle osservazioni. E però quel modo non torna bene, altro che pel nostro satellite, la cui parallasse è talmente grande, che lo veggiamo più basso quasi due lune, di quel che sarebbe veduto dal centro della Terra.

215. La parallasse della luna, siccome elemento importantissimo delle astronomiche cognizioni, è stata investigata con somme fatiche, indicibile diligenza, ed osservazioni senza numero, per tutti li metodi immaginabili; affine di ritrarre da strade diverse, e da moltitudine d' operazioni, un risultamento medio più sicuro. Le difficoltà dell' impresa s' accrescono immensamente, da che il nostro satellite, lungi d' osservare la stessa distanza girandoci intorno, or s' allontana, or s' appressa, con divario notabilissimo; laonde la parallasse, siccome legata alla distanza, convien che seguiti lo stesso tenore variando mai sempre. Or come farebbe rassomigliante il ritratto quel dipintore, sotto gli occhi del quale scam-

biasse grandezza l'originale continuamente? Ma la perseveranza virile degli astronomi ha superato l'instabilità della luna, sicchè a forza di perseguirla in tutti li suoi divagamenti, venner di questi a scoprire i confini estremi. Trovarono dunque, che quando ci vien più vicino che il può, allora la parallasse orizzontale monta a minuti 61, secondi 29; e quando le riesce toccare l'ultimo segno di sua lontananza, la parallasse, la qual procede in ragione inversa (209), diviene min. 53, secondi 50. Tanta è omai la concordia, e la copia delle osservazioni, che in nessuna di queste valutazioni rimane incertezza nè pure di 4 secondi. Bensì per intendere il significato di que' minuti della parallasse, basterà sapere, ch'ella equivale a undici volte la sesta parte del diametro della luna: laonde quest'astro nell'orizzonte ci appare più basso, di quel che il vedremmo dal centro della Terra, per lo valsente d'una luna e cinque sesti.

216. Or ci avanza da esaminare un'altra irregolarità della parallasse, la qual dipende dalla figura sferoidale del nostro globo. Ci siamo convinti (Cap. III), ch'esso è rilevato verso l'equatore, e compresso verso i poli. La distanza dell'

osservatore dal centro della Terra è dunque maggior nelle parti equatoriali, che nelle polari. Ma la parallasse è figlia di quella distanza: v'è dunque un aumento di parallasse, quanto più presso alla Linea è stanziato l'astronomo. Quest' aumento per altro, siccome tenue, non si rende sensibile in altre parallassi, che in quella della luna: facciamoci a valutarlo.

217. S'è trovato (87), la distanza dalla superficie al centro della Terra esser miglia 3443 ½ all'equatore, 3432 al polo. La differenza consiste in miglia 11 ½; la medesima relazione deve passar nella parallasse. Il medio aritmetico fra le quantità della minima e della massima, riportate sopra, essendo min. 57, secondi 39, che a 60 secondi per minuto vengono a stare secondi 3459, manifesta cosa è, che ad ogni miglio della distanza dal centro risponde appresso poco un minuto secondo di parallasse. Dunque il divario di miglia 11 ½ dal raggio terrestre equatoriale al raggio polare produrrà 11 ½ secondi circa di differenza tra le due parallassi correspettive. Di fatti la parallasse minima importa al polo min. 53, secondi 44; all'equatore min. 53, secondi 55: così la massima monta

al polo a min. 61, secondi 23; all'equatore a min. 61, secondi 35.

218. Ai paesi intermedj fra il polo e l'equatore spettano le quantità intermedie: laonde le parallassi, 53 min. 50 secondi, 61 min. 29 secondi, che abbiamo annunziato da prima (215), sono quelle che corrispondono alla latitudine di 45 gradi, la qual tiene il mezzo tra il polo e l'equatore.

219. Detto quant'era mestieri della lunar parallasse, convien far passaggio a quella del Sole: la più importante di tutte, poichè la distanza nostra da lui serve di scala per giugnere al conoscimento delle lontananze degli altri corpi celesti. Questa parallasse è sì piccola, che non monta alli 9 minuti secondi; e però bisognarono venti secoli d'incessabili indagazioni, da Aristarco in qua, per arrivare a discernerla in guisa, che oramai l'incertezza non passa la decima parte d'un minuto secondo. Le immense fatiche, viaggi, osservazioni e calcoli, che costò il rintracciar questa base del sistema celeste, mal si potrebbero nè tampoco accennare con brevità. Ci verrà il destro di darne un saggio, allorchè tratteremo de' passaggi di Venere davanti al Sole: quelli essendo il feno-

meno principalissimo, che rileva e rende sensibili le più minute frazioni della solar parallasse.

220. Tutta la lite, che pende fra gli astronomi, intorno alla quantità di questo essenzialissimo elemento, verte sopra due decimi di minuto secondo, che tanto viene a stare come a un di presso la millesima parte del diametro solare; quantità che sfugge ai più fini e gagliardi strumenti, e che solo si può assoggettare ai nostri sensi per industria d'ingegno. Altri dunque stabiliscono la parallasse solare di 8 secondi, 6 decimi; altri di 8 secondi, 8 decimi. Noi pertanto pigliando il mezzo, e adottandola di 8 secondi, 7 decimi, avremo una moral certezza di non errare dal vero per più d'un decimo di secondo.

221. Determinata la parallasse della Luna, e del Sole, passeremo tosto ad inferirne le loro distanze dalla Terra, non giovandoci definire per ora le parallassi d'altri astri, le quali sono o insensibili, o dipendenti, per una certa relazion necessaria, da quella del Sole.

CAPITOLO X.

DELLE DISTANZE DELLA LUNA E DEL SOLE DALLA TERRA.

222. Quando s' è determinata per osservazione la parallasse d' un astro, il trovar quanta sia la distanza è faccenda di puro computo. Questo poi è fondato sopra regole di Geometria tanto certe, che non v' è luogo ad errare d' un ette. Veduto pertanto (218), esser la parallasse minima della luna min. 53, secondi 50; calcolando debitamente rinviensi, che la maggior lontananza del nostro satellite (s' intende sempre dal centro della Terra) va a miglia 219564. D' altra parte la parallasse massima essendo min. 61, secondi 29, ne segue la maggior vicinanza della luna ristrignersi a miglia 192214. Pigliando il mezzo tra le due quantità, la distanza mezzana consiste in miglia 205889: e di questa si ragiona ordinariamente. Diremo dunque in generale, ed in numero rotondo, che *La Luna è lontana dalla Terra dugento sei mille miglia*.

223. La parallasse corrispondente alla distanza mezzana sarebbe del pari la

quantità di mezzo tra le parallassi massima e minima, se regnasse la proporzione diretta fra le distanze e le parallassi; cioè se la parallasse maggiore si combinasse con la distanza maggiore, la minore con la minore: ma essendosi dimostrato la proporzione essere inversa, onde la parallasse maggior s'accompagna con la distanza minore, la minore con la maggiore, perciò la parallasse, che risponde alla distanza mezzana, monta a min. 57, sec. 24, non già a min. 57, sec. 39 $\frac{1}{2}$, qual sarebbe il mezzo arimmetico tra le due parallassi estreme. E vaglia il vero, instituiscasi la regola del tre come segue: se la distanza 219564 produce di parallasse min. 53, sec. 50, che vaglion secondi 3230, qual parallasse proverrà dalla distanza 205889? Trattandosi di proporzione inversa, il computo deve farsi così: moltiplicare 219564 con 3230, e dividere il prodotto per 205889; sorgerà il quoziente 3444, che vale appunto min. 57, sec. 24.

224. Or passiamo ad esaminare, se nelle rinvenute distanze della luna accaschi qualche incertezza, e di che momento. Il calcolo, siccome ho detto, è di per sè infallibile: se poi li dati, che a farlo s'adoprano, sieno contaminati

d'alcuna occulta magagna, allor la distanza ne patirà in proporzione. Sono eglino il raggio della Terra, e la parallasse della luna. La lunghezza del primo è sì ben conosciuta, come vedemmo (88, 89), che appena rimane, a dir assai, l'incertezza d'un miglio: nella parallasse poi s'è veduto (215) non potersi dubitar tutt'al più, che di 4 secondi. Ora il raggio della Terra 3438 miglia, sta 60 volte nella distanza della luna 206 mille miglia. Un miglio d'errore nel primo genererebbe dunque nella seconda l'error di 60 miglia. Similmente li 4 secondi, di più o di meno, nella parallasse, essendo l'ottocensessantunesima parte di essa, come si trova partendo 3444 per 4, l'errore, che porterebbero nella distanza della luna sarebbe per conseguente l'ottocensessantunesima parte della distanza medesima. Si divida 206 mille per 861, e si ritrarrà 239. È dunque 239 miglia il massimo error che può nascer nella distanza, per colpa di quello nella parallasse. Accoppiando li due errori, la somma anderebbe a 299 miglia. Diremo pertanto, che a metter tutto alla peggio, l'error che vi può essere nella distanza della luna, qual ci è conosciu-

ta oggidì, non eccede infallibilmente 300 miglia.

225. Questo dubbio è ben tenue al confronto d'un intervallo di 206 mille miglia: esso ne è la secentottantasettesima parte; laonde equivale all'errore di un miglio in 687. Beati noi, se le lontananze terrestri da un paese all'altro ci fossero note senz'altro errore che questo! Sono ben poche finora quelle che godano di tal vanto. Si può dir, per esempio, che avanti nove anni fa, si conosceva assai volte meglio la distanza della luna dalla Terra, che non quella di Verona da Londra, Parigi, e altrettali luoghi di posizion ben sicura (veggasi il Tomo V della *Società Italiana*, pag. 77).

226. Fu già tempo in cui gl'Indiani credettero, e credono forse ancora, esser la luna più lontana del Sole: mossi per avventura dal concetto, che il corpo che più riscalda sia il più vicino. Noi abbiamo perfetta certezza, che il Sole è discosto niente men che da circa 396 volte di più. Di fatti, se la parallasse del Sole è di otto secondi, sette decimi, ella è 396 volte più piccola di quella della luna, 3444 secondi. E come le parallassi stanno tra loro in

ragione inversa delle distanze, ne segue che la distanza del Sole dev' essere 396 volte maggiore. Si moltiplichi dunque per 396 la distanza mezzana della luna 205889, e si troverà che *Il Sole è lontan dalla Terra* 81 $\frac{1}{2}$ *milioni di miglia*. Se si vuole questa distanza esattissima, cioè quale ricavasi dalle regole geometriche, e dai numeri presi con le lor più minute frazioni, fa d' uopo aggiungervi da 5460 miglia.

227. Importa al presente indagare, qual errore possa esservi nell' or definita distanza del Sole, conciossiachè servir debba di misura comune per le altre lontananze de' corpi celesti. Gli elementi, che s' usano a rintracciarla, sono, a simiglianza del calcolo per la luna, il raggio della Terra, e la parallasse del Sole. Siccome il raggio 3438 sta 23700 volte nella distanza 81 $\frac{1}{2}$ milioni, perciò l' incertezza d' un miglio nel raggio terrestre, ne produce una di 23700 nella lontananza del Sole.

228. Grandemente maggiore è il divario, che nasce da quella decima parte di minuto secondo, la qual resta dubbia nella solar parallasse, secondo che s' è dichiarato nel precedente Capitolo (220). Quella minimissima quantità, quel

dumillesimo del diametro solare, impercettibile ai più gagliardi strumenti, quel nonnulla rileva in questo caso verso ad un milione di miglia. Imperocchè un decimo di secondo essendo l'ottantasettesima parte della parallasse, 8 secondi 7 decimi; l'error d'un decimo nella parallasse dee generare l'errore d'un ottantasettesimo nella distanza. Ora l'ottantasettesimo d'81 ½ milioni ascende a 937 mille miglia. Aggiungansi le 23 mila dipendenti dall'errore nel raggio. L'incertezza totale monterà a miglia 960 mila. Diciamo un milione, per dare tutti i vantaggi a chi titubasse. Le nostre cognizioni d'intorno alla distanza del Sole dalla Terra saranno dunque racchiuse dentro due limiti indubitati: nè minore d'80 ½ milioni di miglia, nè maggiore d'82 ½.

229. Cotal dubbietà sorpassa, a dir vero, ben otto volte quella che regna nella distanza della luna. Ma quanto non ci ha nondimeno di che gloriarci, volgendoci ai secoli trasandati! Pitagora collocava il Sole tre volte più in là della Luna: Aristarco lo spinse a diciannove; e Plinio il ritrasse a dodici. Passarono diciannove secoli dopo Aristarco, avanti che si sapesse di meglio.

E che son le dugento mila miglia, che alla distanza solare da lui determinata aggiunse Tolommeo? Quando massime il gran Copernico, l'immortal fondatore del moderno sistema, tanto tempo dopo fece peggio di lui, tirando il Sole più in qua? In conclusione non sono che 125 anni passati, da che col favore d'osservazioni più fine, e di metodi più industriosi, si potè fare d'un tratto solo l'enorme sbalzo dai 4 ai 70 milioni di miglia. L'esser poi oggi ridotti alla sicurezza di non errare che d'un milion tutt'al più, può dunque formare a buon dritto, non che la gloria, ma il trionfo de' moderni astronomi. Sì fatto errore sur un intervallo d'ottantun milioni equivale all'errore d'un miglio sopra ottantuno. Or come, per non essere in Venezia un osservatorio astronomico, non lice vantarci ancora di saper la distanza in linea retta da Verona a quella Metropoli tanto bene, da non fallare d'un miglio; perciò possiamo legittimamente inferire, la lontananza del Sol dalla Terra esser meglio conosciuta di quella che v'è da Verona a Venezia. E a questa guisa, senza sforzi d'intelletto ognun può toccar con mano, quanto sieno maravigliosi

gli avanzamenti delle astronomiche scoperte.

230. Resta per ultimo che si renda palpabile, a così dire, l'immensità dello spazio, che s'interpone fra il Sole e la Terra, conciossiachè il pronunziare 81 ½ milioni di miglia così in un attimo, non basta forse a fermar la mente in un'idea adeguata di tanto intervallo. Se una palla di cannone, la qual si computa correre verso a dugento pertiche in un minuto secondo, cioè intanto che il polso fa una battuta, seguitasse a moversi in linea retta senza perder mai della sua velocità, questa palla farebbe 768 miglia per ora, 18240 per giorno; e pur le bisognerebbero poco meno di 13 anni, per giugnere dalla Terra al Sole.

CAPITOLO XI.

DELLE DIMENSIONI DELLA LUNA E DEL SOLE.

231. Qualunque volta ci è nota la nostra distanza da un corpo, facilmente arriviamo a determinare le dimensioni di quello. Ognun sa, che gli oggetti tutti, cadenti sotto il senso della vista, tanto appajon più piccoli, quanto son

più remoti. Or questa diminuzione apparente è appunto proporzionale all'aumento della distanza. In guisa che (incominciando da una discreta lontananza, qual la diviseremo or ora) se la distanza si duplica, la grandezza apparente del corpo si dimezza; se la prima si triplica, la seconda diviene tre volte minore; e così successivamente. Sol fa d'uopo notare, che per *grandezza* non s'intende già qui il volume del corpo, o vero lo spazio da esso occupato, ma bensì la lunghezza, o la larghezza, od altro qualunque de' suoi diametri, per qual verso si voglia, dirimpetto all'osservatore. Si può poi stabilire a cento volte maggiore del diametro la *discreta* lontananza, dove principia ad avverarsi, senza error di vaglia, la legge dello scemamento apparente del diametro in proporzione all'aumento reale della distanza. Nelle lontananze minori, la variazione apparente del diametro non è tanta, quanta vuol quella legge. Sì fatte verità si dimostrano ad evidenza per via di figure geometriche; delle quali non possiamo giovarci in questo Trattato, il cui scopo si è appunto di far conoscer possibilmente l'Astronomia a chi non sappia di matematica.

232. Ma per suggerir qualche esperimento comunale, se alcun lettore ne avesse vaghezza: sia una fuga di camere, che abbiano gli uscj egualmente larghi, equidistanti un dall' altro successivamente, e situati per dirittura siccome il buon gusto richiede; e fatta chiudere mezza l' imposta d' uno il qual non sia l' ultimo, se lo sperimentatore si metta nel punto conveniente sul limitare opposto in quella stanza, e miri nella mezza apertura già detta, scorgerà tutto intero l' uscio che sta dopo quello, talchè le larghezze coincideranno perfettamente; cioè quella intera dell' uscio posteriore o secondo sarà, nell' occhio del riguardante, del tutto uguale alla mezza dell' anteriore. Ma tanto l' apertura in larghezza, quanto la distanza dal secondo uscio all' osservatore, son doppie di quelle del primo: è dunque vero, che a doppia distanza le dimensioni degli oggetti appajono diminuite della metà. Questa sì fatta esperienza degli uscj è esattissima, per quanto sian brevi le distanze; ma l' eccezion circa queste, che ho fatto sopra, viene a ciò: che non movendosi da quel sito il riguardante, e fatta serrar anche l' altra mezza imposta, l' immagine delle

due mezze quantunque ugualissime, non è doppia nell' occhio suo dell'immagine d'una sola. Questo però non può intendersi da chi non abbia apparato un pò d'Ottica, e di Geometria.

233. Ciò, che avviene in larghezza, succede parimente in altezza: ma per vederlo in esperienza è mestieri, che sia sbarrata mezza l'altezza della mezza imposta aperta, e che lo sperimentatore s'innalzi o s'abbassi in modo, che i centri di quell' apertura e dell' intera che segue, facciano una linea sola con la pupilla di lui. Senza darsi briga per determinare il sito de' centri, presto tentando ritroverà, a quale elevazione dee porsi con l'occhio, perchè coincidano affatto le immagini delle due altezze degli uscj, l'intera e la mezza.

234. Similmente, se si piglin due piatti, i cui diametri sieno, a cagion d'esempio, un triplo dell'altro, e si assettino ritti in guisa, che il nostro raggio visuale infilzi, se trapassar potesse, li loro centri; ed il piatto maggiore ci sia discosto tre volte più del minore: questo in tal caso coprirà l'altro esattamente. Secondo i quali principj avvien pure, che se altri porti un piatto innanzi indietro, sinchè ci nasconda a

un puntino, nè più nè meno, la mostra o quadrante d'un orologio da torre, tante volte sarà maggiore il diametro della mostra di quello del piatto, quante volte è maggior la distanza dell'occhio dall'orologio, che non dal piatto. Se dunque sia nota la lontananza dell'occhio dall'orologio, con due tratti di penna si rinverrà, mediante la regola del tre, quanto sia lungo il diametro del quadrante.

235. Or qual differenza v'ha, per così fatto sperimento, dalla mostra d'un orologio al disco del Sole e della Luna? Mettiamo un piatto, o se vuolsi anche il fondo d'una gran botte, a distanza tale dall'occhio nostro, che ne venga coperto di puntino l'un di que' corpi celesti; tal correrà proporzione tra i diametri, quale tra le distanze. Del tavolaccio, ovver fondo di botte, possiam misurar così agevolmente il diametro, come la lontananza dall'occhio. Le distanze del Sole e della Luna ci son già palesi dal Capitolo precedente. Diremo dunque: quante volte lo spazio dal tavolaccio a noi è minore di quello dal Sole, o dalla Luna, tante volte sarà minore il diametro del tavolaccio del Sole o della Luna.

236. È mirabile invero, come ad esperimenti e paragoni così dozzinali e palmari non giungesse l'ingegno di que' filosofanti dell'antichità, che hanno empito l'Universo del loro nome. Epicuro credeva, qual farebbe ogni donniociuola, che il Sole e la Luna non sono realmente più grandi di quel che ci appajono. E Lucrezio s'è abbassato a segno d'immortalar queste melensaggini. Tanto valeva che riportasse i sogni, e le prime infantili inezie di que'sapienti.

237. Il diametro della luna, misurato cogli strumenti astronomici allora quando ella sta alla distanza mezzana dalla Terra, è min. 31 secondi 19, che a 60 secondi per minuto vengono a stare 1879 secondi. Ora ogni circonferenza di cerchio (66) dividesi in un milione dugento novantaseimila secondi. Questo numero poi contiene 690 volte il 1879. Adunque il diametro della luna 31 min. 19 secondi vuol dire, tanta esser la latitudine di lei, che a quella distanza ci vorrebber 690 lune, ordinate accanto una all'altra circolarmente, a formare un anello, di cui la Terra occuperebbe il centro.

238. Se alla distanza di mille piedi, o più precisamente di 988, si erige un

tavolaccio di 9 piedi di diametro, i raggi visuali, che lo pigliano in mezzo, hanno nell' occhio nostro una divergenza, o sia fannovi un angolo di 31 min. 19 secondi: di maniera che supponendo eretti, a quella distanza, tutt'all'intorno da noi, 690 di que' tavolacci eguali, che si toccasser l' un l'altro, formerebbero un chiuso circolare. Qualunque di cotesti tavolacci, opposto alla luna che si leva o tramonta, la coprirà esattamente, nè più nè meno, quando però la distanza di essa da noi in quel momento sia la mezzana. Si farà dunque la regola del tre: se alla distanza di 988 piedi il tavolaccio, che adegua la grandezza apparente della luna, ha 9 piedi di diametro, alla distanza di miglia 205889 quante miglia di diametro avrà la luna? E così si rinviene esser questo di miglia 1875 $\frac{1}{2}$, cioè poco più della quarta parte del diametro della Terra, che abbiam trovato (88) esser miglia 6875 $\frac{1}{2}$.

239. Supponendo la luna perfettamente rotonda (alla qual figura grandemente s' accosta, poichè lo svario, che le teorie ci dinotano, sfugge finora ai più squisiti strumenti), chiunque sappia di Geometria, dalla cognizione

del diametro ritrarrà, esser la circonferenza della luna 5892 miglia, la superficie del corpo lunare undici milioni di miglia quadrate, e la sua solidità o sia volume 3455 dadi di cento miglia per ogni lato: de'quali dadi volendoci 170 mila (90) a formare il nostro globo, ne segue volerci lune 49 $\frac{1}{5}$ a compor la massa terrestre; ovvero in numero rotondo, esser la Terra 50 volte circa maggior della luna.

240. Come poi la superficie terrestre comprende 148 milioni di miglia quadrate (90), così supera 13 $\frac{1}{2}$ volte quella della luna. E perciò mezza la superficie terrestre, qual si rimira dagli abitatori della luna, se ve ne sono, è maggiore 13 $\frac{1}{2}$ volte della mezza superficie lunare, che noi rimiriamo. Magnifico tavolaccio sarà pertanto la Terra, a vederlasi dalla luna. Vè qual sarà lo splendore del nostro globo, poichè rimanda alla luna quasi 14 volte più luce, di quel che vibri la luna verso di noi! Che la Terra poi rifletta i raggi del Sole, a quel modo che fa la luna per esser vista da noi, non sarà, credo, alcuno che dubiti, il qual ponga mente, siccome una montagna, un campanile ci fan vedere i raggi del Sole anche prima ch' e'sia levato.

241. Or passando a determinar col metodo stesso le dimensioni del Sole, comincieremo dal riferire, che il diametro suo, misurato dagli astronomi, abbraccia 31 minuti, 56 secondi, o sia 1916 secondi; sì che ci vorrebbero (237) 676 Soli per formare, a quella distanza dove sta il Sole, un anello d'intorno alla Terra. Il tavolaccio di 9 piedi dovrebbe situarsi a 969 di lontananza dall' osservatore, perchè occultasse, nè più nè meno, il disco solare: imperocchè ci vorrebbero appunto 676 tavolacci di 9 piedi, per comporre un anello alla detta lontananza. Or fatta la regola del tre come sopra: se alla distanza di 969 piedi il tavolaccio, che uguaglia la grandezza apparente del Sole, ha 9 piedi di diametro, alla distanza di milioni 81 ½ di miglia quante miglia avrà il Sole di diametro? Si rinviene 757 mille; che eccede 110 volte il diametro della Terra.

242. Dividendo 1916 per 110 risulta, che questo diametro, visto dal Sole, abbraccia 17 secondi circa: laonde se mai vi fossero abitatori in quel gran luminare, comparirebbe ad essi la Terra come una stella, cioè qual comparisce a' nostr' occhi il pianeta Venere, il bell' astro de' pastori. La luna poi non

potrebbe scorgersi dagli abitanti del Sole, altro che col cannocchiale, quando la vista loro non fosse più acuta della nostra.

243. Dal diametro solare di 757 mille miglia si deduce: montar la circonferenza di quel gran corpo a 2 milioni 378 mila 512 miglia; la superficie occupare 180 milioni di spazj di 100 miglia quadrate l'uno, vale a dir superare 12,100 volte la superficie terrestre, e la solidità o sia volume del Sole comprender 227 mila milioni di dadi da 100 miglia di lato, per il che farebbe mestieri (90) un milione 331 mila globi terrestri a costituire il corpo del Sole. Immensa cosa, a dir vero, e che opprime di stupore l'umana mente! Che sterminata creatura è cotesta mai! Tutti i pianeti con li loro satelliti aggomitolati insieme agguagliano appena una secentesima particella di quella gran mole. Sarebbe poi maraviglia, se da secoli e secoli profondesse luce e calore, senza dar segno di venir meno?

244. A ragione pertanto il diremo prescelto e denominato, qual tabernacolo e trono dell'Altissimo. A giudizio de' sensi nostri è maggiore d'ogni creatura, anzi *unico come Dio*, travalica i cieli a

passi di gigante, irraggia l'universo di luce, e vivifica tutto col suo calore; tanto ch' ei giugne a rapire gl' incensi al suo facitore, e questi a nomarsi Grande per averlo fatto. Ogni giorno *esce in gala come giovane sposo dal nuzial talamo. In quel momento il suo chiarore e la sua pompa abbondano di dolcezza. Ogni cosa al suo arrivo gli applaude. Tutti gli sguardi si volgono verso di lui: e per ricevere i primi saluti, egli si rende accessibile a tutti gli occhi* (Spettacolo della Natura, Tomo VII, Trattenimento VI).

CAPITOLO XII.

DELLA ROTAZIONE DEL SOLE E DELLA LUNA.

245. Il Sole e la Luna girano intorno sè stessi incessantemente: a quel modo, per esempio, che muovesi un arcolajo, od una ruota da mulino. Gira intorno di sè anche una ruota da carrozza, ma girando si trasferisce da luogo a luogo: il che fa due moti diversi benchè simultanei. All' incontro la ruota da mulino gira, nè cangia sito: e questo è il moto unico, al qual si dà il nome

di *rotazione*, e del quale intendo parlare in questo Capitolo, relativamente al Sole ed alla Luna,

246. E primieramente è certissimo, ch' essi volgonsi a quella guisa: tanto che si può ben dubitare, se il Sol sia rovente e luminoso (come vedrassi allorchè parleremo di sua natura); ma non può dubitarsi, ch' egli non ruoti intorno di sè. La medesima sicurezza si avvera per rispetto alla Luna. Ed eccone tosto le prove indubitate.

247. Mettiamoci a tal distanza da una ruota da mulino, che l' occhio non vaglia a discernere, s' ella giri o stia ferma. Poi si faccia vestire una porzione della circonferenza con panni od altra materia di color vivo, tanto che possiamo distinguerla bene dal rimanente. Allor se vedremo quella porzione non dar segno alcuno di moversi, diremo: la ruota è ferma, Ma se vedremo quella porzione andare attorno, sparire, ricomparire, e così periodicamente, saremo certissimi che la ruota gira, e non potremo dubitarne assolutamente.

248. Se dunque vi fosser nel Sole e nella Luna certe parti di color vario dal rimanente, e di figura talmente diversa tra loro, da non poterlesi prendere in

fallo l'una per l'altra: e si vedesser coteste muover mai sempre da manca a dritta, sparir dopo giunte all'orlo destro, quindi passato certo intervallo ricomparir sul sinistro, ed in questi moti osservare la più scrupolosa eguaglianza di tempo; nè già una nè cento, ma le migliaja e migliaja di volte, e poi sempre e poi sempre si fosse veduto ciò: chi potrebbe mai dubitare, che il Sole e la Luna non girino intorno di sè? Sarebbe piuttosto da confessare, che l'astronomia non avesse fenomeno più sicuro di questo.

249. Che la faccia della luna abbia parti figurate e distinte, ogni occhio sel vede: anzi il volgo suole rappresentarsi in que' lineamenti l'umana effigie. Ma se adoprasi un cannocchiale, appariscono chiaramente, su tutta la superficie lunare, montuosità, avvallamenti, d'infinite figure diverse, e la luce dove più splendida, dove più smorta. Coteste parti, diversamente figurate e splendenti, vengono dette dagli astronomi *macchie* della luna.

250. Il Sole stesso, che ci par tutto fiamma e luce purissime, pur non è senza macchie. A veder se non altro le maggiori, basta ricever l'immagine di

lui, per un piccolo pertugio, in camera oscura, sopra una carta bianca, e lontana dal bucolino quant'è di bisogno ad aver più distinto il ritratto. Coi cannocchiali, tenendo l'occhio difeso da un vetro affumicato, raro è che si guardi il Sole senza vederlo cosparso di macchie. Sono esse di color nero, altre piccole, altre grandi fin quattro volte la superficie terrestre: or ve ne ha poche, ora molte; le più si contarono 50: altre durano pochi dì, e si dileguano; alcune fan tutto il giro, come s'è detto, e ritornano. Ma tutte, niuna eccettuata, si videro sempre proceder con moto regolare, e quelle, che non si dissolvono, terminare il circuito intiero in un medesimo intervallo di tempo.

251. Dal che si conchiude, ch'esse non sono staccate dal corpo solare, qual sarebbero nuvole, o satelliti; di che dubitaron certuni da principio. Non nubi, o nebbie, od emanazioni vulcaniche di fumo; poichè andrebber per ogni verso secondo l'arbitrio de' venti, nè tornerebbono a mostrarsi nel sito identico dopo mesi ed anni, nè moverebbonsi con quelle puntuali e diverse velocità, che alla rotazione d'un tutto solo appartengono; cioè le vicine al mezzo più rapidamen-

te, le lontane via via sempre meno, onde poter compiere il giro intiero tutte ad un tempo senza sgarrar mai d'un ette. La qual differente celerità delle parti diverse d'un corpo rotante sarà di leggieri compresa da chiunque osservi, per esempio, una trottola, e ponga mente siccome la circonferenza del ventre fa, nello stesso tempo, un cammino molto più lungo, di quel che fa il piede o le parti interposte.

252. Non sono le macchie nè men pianeti o satelliti: imperocchè non muterebbono spesso forma; nè svanirebber talvolta, mentre l'astronomo sta giornalmente seguendole; nè tanto rade sarebbero quelle che riappariscono dopo compito il periodo della girazione; nè questo periodo sarebbe uguale per tutte, non essendovi esempio tale in altri pianeti o satelliti, e men ragione che lo comporti.

253. Sono adunque le macchie aderenti al Sole, cioè parti d'esso mancanti d'ogni splendore: a guisa di scogli non infiammati, che rimangano discoperti qua e là dall'ondeggiar del fluido igneo; non già a guisa di scoria, o schiuma, che venga a galla in un oceano di fuoco, siccome pensava il *Cartesio*, non potendosi concepire nelle schiume natanti l'immobilità locale.

254. Le macchie del Sole osservaronsi per la prima volta nel 1611, e furono una delle novellizie dell' invenzione de' cannocchiali. È incerto, se il primo scopritor delle macchie solari sia stato il *Galileo*, od il P. *Scheiner* Gesuita; o se anche si voglia, il *Fabrizio*, o l'*Harriot*: ma il nostro Galileo sostien fermamente la sua precedenza.

255. Dal moto uniforme delle macchie solari, e dai loro periodici ritorni si ricava, che il gran luminare si volge intorno sè stesso nel termine appresso poco di giorni 25 ore 10, che vengono a stare 610 ore, o vero minuti 36600. Come poi la circonferenza solare s'estende per 2 milioni 378 mila 512 miglia (243); così dividendo questo numero col precedente, apparisce che il moto giratorio del Sole, nella parte di superficie ov' è il massimo, è di miglia 65 per minuto. Dico *ov' è il massimo*, poichè se l'esempio della trottola (251) non bastasse, fate trapassare una palla per lo mezzo con un perno, e facendola volgere intorno a quello, osserverete che le parti della superficie più lontane dal perno descrivono circonferenza maggiore delle vicine; e come il giro si compie da tutte in un tempo medesimo, chiara cosa è che quel-

le che fanno maggior cammino si movon con più rapidità. Gli estremi del perno si chiamano i *poli* di rotazione, o vero i poli del globo rotante: se sopra questo descrivasi un cerchio, il qual sia in tutti i suoi punti egualmente distante, così dall'uno come dall'altro dei due poli; li detti punti saranno quelli che van con la massima celerità: e quel cerchio sarà appunto quello, che sulla Terra si nomina l'equatore, o la linea equinoziale: nomi che adotteremo eziandio per indicare quel cerchio così nel Sole come nella Luna.

256. Dal veder poi le macchie impiccolirsi, quanto più agli orli del disco s'appressano, risulta evidentemente che il Sole è un globo; voglio dir, di figura sferica, e non piatta come apparisce alla vista per illusion d'ottica: giacchè in questo secondo caso le macchie comparirebbero sempre d'ugual grandezza, così verso i lembi, come d'intorno al mezzo. Della verità poi della prima conchiusione può convincersi ognuno, il qual per cagion d'esempio pigli un pomo, e lo rimiri nella parte, che lo teneva appiccato all'albero: quella cavità, rivolgendo il pomo, gli scemerà sotto gli occhi, quanto più sarà vista dallato. Non così

accade d'un corpo piano, verbigrazia d'un foglio stampato, dove una lettera qualsivoglia sembra egualmente grande nel mezzo, come agli estremi della pagina.

257. Dal moto contemporaneo di tutte le macchie lunari si ricava, che la luna gira d'intorno a sè nello spazio di giorni 27, ore 7, min. 43, i quali equivalgono ad ore 655, min. 43. Come poi s'è veduto (239), la circonferenza della luna esser lunga miglia 5892, così dividendo questo numero per 656, si rinviene che il moto giratorio della luna, nella parte di superficie ov'è il massimo, cioè nella linea equinozial della luna, è di 9 miglia circa per ora; val a dir 434 volte più lento di quello del Sole: sebbene a'nostri occhi non appaja notabil divario, poichè una corda lunga 9 miglia, tirata rimpetto a noi nella region della luna, ne coprirebbe una lunga 3557 miglia nella region del Sole, e le parti equatoriali di questo fanno in un'ora poco più viaggio, montando a 3900 miglia per ora le 65 ch'elleno fanno per minuto.

258. Obietterà forse alcuno: che gli par di vedere mai sempre la faccia della luna con le stesse macchie, e si mil-

mente situate; donde sembrargli che nè esse, nè il corpo lunare si volgano in giro. A ciò si risponde, che appunto il veder noi sempre uno solo degli emisferj della luna, siccome è verissimo, prova evidentemente ch'ella si move d'intorno a sè; il che mi piace mostrar così. Sia nel mezzo d'una chiesa una torcia; e sia la porta maggiore, com'esser suol d'ordinario, rimpetto all'altar principale. Se io stando fra la torcia e la porta, volgo le spalle alla porta, ho dinanzi di me l'altar principale: e se rimanendo tuttavia quivi, trovomi poscia col dorso rivolto all'altare, e col viso alla porta; niuno dubiterà, ch'io non abbia fatto un mezzo giro d'intorno di me. Or così avvien parimente, se partendo io dalla prima posizione fo un mezzo giro d'intorno alla torcia tenendo sempre la faccia ad essa rivolta: al compier del mezzo giro mi troverò colla schiena voltata all'altare, al qual io teneva voltato il viso quando mi mossi. Avrò dunque fatto un mezzo giro d'intorno a me nel tempo stesso che l'ho pur fatto d'intorno alla torcia. Volendo girare attorno d'essa, senza girare intorno di me, sarebbe mestieri ch'io procedessi tenendo sempre la faccia volta all'altar princi-

pale; nel qual caso al finire d'un mezzo giro avrei le spalle rivolte alla torcia.

259. Or s'intenda la Terra nel luogo della torcia, e la luna in vece del camminante; e poichè niuno dubita che la luna non giri d'intorno alla Terra, perciò quel mostrarci mai sempre la stessa faccia sarà una prova certissima, ch'ella gira eziandio d'intorno a sè. Bensì ne conchiuderemo, che il tempo della rotazione agguaglia appuntino quello della rivoluzione d'intorno alla Terra: altrimente ogni piccolo divario che ci fosse, a lungo andare multiplicato, ci farebbe veder successivamente e gradatamente ambidue gli emisferj della luna.

260. Rispetto a questa pertanto reggerà ciò che abbiam detto dal bel principio circa il moto rotario delle macchie, non però circa la sparizione loro, che applicarsi dee puramente a quelle del Sole. Come poi si pervenga ad intendere e valutare il moto delle macchie, quando la faccia della luna a noi pare immobile; a capir ciò basterà riflettere, che oggi la luna è in un luogo del cielo, molto diverso e distante da quello dov'era jeri. Osservando l'astronomo i luoghi a cui risponde il centro della luna oggi e

dimani, inferisce il moto del detto centro d'intorno alla Terra nell'intervallo tra le due osservazioni. Nel modo stesso determina il moto della macchia d'intorno alla Terra: e trovando che que' due moti non sono uguali, attribuisce il divario al moto giratorio della macchia d'intorno al centro della luna, e con questa ipotesi aggiusta le partite ottimamente. Tale ipotesi poi non è arbitraria, ma forzata e del tutto sicura; poichè se la luna in 24 ore ha percorso un ventisettesimo della rivoluzione, è impossibile a noi rimirar tuttavia la medesima faccia, qualor non abbia ad un tempo ancor fatto un ventisettesimo della rotazione.

261. La comodità d'aver sempre sott'occhio lo stesso emisfero della luna è stata cagione di contemplarlo assiduamente, e rilevarne il disegno (che *selenografia* suol chiamarsi) con più esattezza, di quel che si possa in parecchie parti della terrestre topografia. Pensarono alcuni, che quelle macchie, le quali sono di luce più languida, cioè che riflettono manco luce, esser debbano mari, o foreste, e le più luminose sian roccie, o terreno sodo, la cui superficie da pochi alberi rotta men raggi assorba. Discuteremo questi punti allorchè parleremo della na-

tura del corpo lunare. Intanto convien sapere, che come le macchie posson distinguersi ottimamente coll'occhio l'una dall'altra, mediante la figura, la risplendenza, o la situazione, così per poter similmente indicarle senza equivoco con parole, fu imposto a ciascuna uno o più nomi proprj. Li più generalmente adottati son quelli degli uomini celebri; specie d'apoteosi ben degna di coloro che van già sicuri dell'immortalità. Il Fracastoro vi occupa un posto insieme col Galileo, col Copernico, con Platone, Archimede, Aristotile, ecc. Ma le macchie più ampie e men risplendenti si chiamarono mari; e l'una il mar delle pioggie, l'altra quello della serenità, ed altre con altri non men bizzarri attributi s'appellano: sebbene vedremo a suo tempo, che forse la luna non ha mari; la qual sentenza è la più ricevuta oggidì.

262. Il moto rotatorio del Sole e della luna si fanno appresso poco dirimpetto a noi; val a dire, che i poli si trovano sempre d'intorno agli orli superiore e inferiore di quegli astri: come sarebbe se rimirassimo un arcolajo, che gira, tenendo l'occhio alto da terra quant'è la matassa avvolta sull'arcolajo. Il mezzo

della matassa ci rappresenta l'equatore. Gli astronomi scelgono da osservare particolarmente le macchie che sono in quella regione: poichè ivi essendo, come s'è detto, il moto più rapido; quant'è maggiore la mutazione di luogo da un giorno all'altro, tant'è minore il danno cagionato dagli errori possibili nell'osservazione. È chiaro che importa meno fallar di due braccia misurandone cento, che misurandone trenta, o dieci.

263. Nella faccia della luna trovansi macchie da per tutto, siccome ognun vede: ma non è così del Sole. Intendendo diviso il suo disco, da un polo all'altro, in tre parti di larghezza uguale, le macchie non appariscono se non se nella porzione di mezzo: di che ci riserbiamo indagare la causa allor quando favellaremo della natura delle macchie.

264. Incontransi negli Storici qualche volta scemamenti notabili della luce del Sole, che furono o di stupore, o di spavento cagione. Quello singolarmente decantasi, il qual si osservò l'anno dopo la morte di Cesare. Il comun degli astronomi fin ad ora inclinò ad imputare tali fenomeni a moltitudine, o pure ad ampiezza straordinaria di macchie. Non ha guari però, che il *Palcani* ha publicato

un elegante Trattatello latino su questo argomento, dove con molti accurati confronti attribuisce quegli oscuramenti alla nostra atmosfera occupata da esalazioni più copiose e più dense del solito, in quella guisa che a noi viventi è toccato vedere, con universal maraviglia; nell'anno 1783.

CAPITOLO XIII.

DELLA ROTAZIONE DE' PIANETI.

265. Abbiam detto già (2), che i pianeti primarj sono sette: cioè, Mercurio, Venere, la Terra, Marte, Giove, Saturno, ed Urano o Herschel. Resti per ora da parte la Terra, e si tratti della rotazione degli altri sei. Dicemmo, che il primo e l'ultimo, Mercurio ed Urano, non sono visibili all'occhio disarmato. Gli altri quattro si confondono colle stelle dagl'imperiti: diamo i segnali per distinguerli facilmente.

266. I pianeti sono li primi ad apparire dopo tramontato il Sole. Il loro splendore non è tremolo e scintillante, come quel delle stelle, ma placido e cheto. Finalmente mutano sito da un giorno all'altro, e più manifestamente da un

mese all'altro, o da un anno all'altro: e questo si riconosce dall'appressarsi che fanno ad alcune stelle, ed allontanarsi da altre; giacchè le stelle son *fisse*, e con questo nome si chiamano.

267. Di Mercurio non sappiamo per osservazione, se abbia moto di rotazione, poichè i migliori cannocchiali non hanno ancora potuto mostrarci macchie sul disco di questo pianeta: il qual è troppo piccolo, troppo vicino al Sole, troppo ingombro per conseguenza dei vapori allor quando gli astronomi possono contemplarlo ed esaminarlo meglio, cioè quando il Sole non gli abbaglia, per esser egli sotto l'orizzonte; presso cui li vapori son sempre più densi.

268. Eravamo privi parimente della medesima prova oculare rispetto ad Urano, a cagione della sua gran distanza, e parca grandezza, le quali non avean conceduto ancora il distinguervi macchie: ma il suo scopritore *Herschel* annunziò non ha guari d'avervi osservato una rotazion rapidissima.

269. Comunemente gli Astronomi tengono per indubitato, che Venere giri d'intorno a sè: ma le sue macchie son tanto difficili da discernere, che a stabilire il periodo della rotazione s'incon-

tra enormissima discrepanza. *Cassini* l'avea circoscritto ad ore 23: ma il *Bianchini*, che intese a sì fatte osservazioni particolarmente, sostiene (*Hesperi et Phosphori nova Phœnomena*) che monti a giorni 24, ore 8. Ultimamente *Schroetero* ha dato alla luce un Trattato, in cui decide la quistione a favor del primo, determinando la rotazione di Venere in ore 23, min. 21.

270. Ad intendere, com'esser vi possano due sentenze così stranamente disparate, fa d'uopo sapere che di giorno il chiaror del Sole impedisce il distinguer le macchie nel disco di Venere; e di notte questo pianeta è visibile per ispazio di tempo troppo breve, poichè segue o precede il Sole, d'ore tre al più. Non possono dunque farsi, in un giorno stesso, due osservazioni lontane l'una dall'altra di tanto, che basti a determinare con sicurezza il moto d'una macchia avvenuto nell'intervallo. Però facendo le osservazioni da un dì all'altro, o sia di 24 in 24 ore, il moto della macchia sarà d'una vigesimaquarta parte circa della circonferenza del globo, quando la rotazione si compia in giorni 24; e sarà di tutta la circonferenza con più una vigesimaquarta parte circa, se la ro-

tazione si faccia in ore 23. Laonde il moto apparente può ottimamente conciliarsi con ambe le ipotesi: nè più sarà meraviglia se siano cotanto discordi, mentre esser debbono appunto tali a poter generare equivoco e dubbietà.

271. La rotazione di Marte è certissima, per osservazioni consone e multiplici d'astronomi di prima classe. Ella si compie in ore 24, min. 39.

272. Nè pur della rotazione di Giove rimane alcun dubbio. Ella è molto celere, terminandosi in ore 9, min. 55 circa.

273. La gran lontananza di Saturno è cagione, che sol da pochi anni s'abbia contezza della sua rotazione. *Herschel*, col favor d'istromenti di non più udita forza, afferma il periodo consistere in ore 10, min. 16; e crede non isbagliare di 2 minuti.

CAPITOLO XIV.

DELLA ROTAZION DELLA TERRA.

274. Un Capitano, il qual voglia prendere il novero de' suoi soldati, in due maniere può conseguire l'intento: o stando egli fermo, e facendo che passino un dopo l'altro dinanzi a sè; o schierandoli e poscia movendosi a mirarli successiva-

mente. Se fossero ordinati a cerchio, ei potrebbe, senza partirsi del mezzo, osservarli tutti, mediante una semplice conversione di sè medesimo: e tanto sarebbe, se in vece quel cerchio di soldati girassegli intorno, mentr'ei se ne stesse immoto. Del pari, a chi mettasi in una piazza, tanto avverrìa di vedere una dopo l'altra le case, che la coronano, s'ei si volgesse sui proprj piedi; quanto se quelle facesser la giravolta (per un dato che ciò sia possibile) intorno di lui. Così quando in barca vai costeggiando; se hai da credere agli occhi, si movono gli alberi con le ripe: nè per altro è diverso il giudizio della tua mente, se non perchè sai d'altronde, esser tutto del navilio quel moto. Del resto se darsi potesse, che camminasser le spiaggie, intanto che stesse cheta la navicella, la succession delle immagini nelle tue pupille sarebbe per certo stessissima.

275. Noi veggiamo ogni giorno il Sole, la luna, le stelle nascere, tramontare, girare in somma a cerchio nel corso di ventiquattr'ore, d'intorno al nostro globo. Egli è manifesto che a noi parrebbero gli astri del cielo dar la volta allo stesso modo, se anche stessero fermi, e la Terra sola, siccome quel capitano,

si rivolgesse ogni dì, alla maniera d'una macina: vale a dire, se invece d'essere in quelli un moto di circolazione, fosse nel globo terrestre un moto di rotazione. Le apparenze negli occhi nostri non essendo punto diverse in ambi i casi, si tratta in questo Capitolo di chiamar l'intelletto a dar giudizio, se pure il possa, qual sia de' due moti sopraccennati, il qual veramente esista nella natura. Le nostre pupille ci dicono senza dubbio, quel moto esser tutto de' corpi celesti: ma nelle pupille del navigante sono le ripe, sono gli alberi parimente que' che si movono. Sarebbe possibil mai, che anche il moto diurno degli astri fosse una mera apparenza, una illusione, siccome è certamente quel delle rive e degli alberi? Ecco il soggetto della presente disamina.

276. A proceder con ordine fa mestieri indagar primamente, se la vertigine della Terra sia nel genere delle cose possibili in buona fisica: altrimente sarebbe vano ogni altro ragionamento. Dicono in vero gl'impugnatori: se la Terra si rivolgesse in sè stessa; come esser potria, che gli uomini fossero traportati da un moto sì rapido, senza averne il minimo sentere? Di fatti la maggior cir-

con-

conferenza del nostro globo, cioè nella Linea, stendendosi per 21600 miglia (85), la vigesimaquarta parte di questo numero, cioè 900 miglia verrebbero ad essere il moto di rotazione nel tempo d'un'ora, e per conseguente 15 miglia in ciascun minuto. Anderebbero dunque gli alberi, le case, gli uomini, e quanto ci ha sulla superficie terrestre, in quella regione, con la velocità d'un quarto di miglio ad ogni battuta di polso. È ben vero che tale celerità non è da per tutto la stessa; ma va scemando vie più, quanto più i luoghi e gli abitatori sono remoti dalla Linea, e vicini al polo; per quella ragion che s'è resa (255): laonde in Modena, a cagion d'esempio, il moto di conversione sarebbe di 641 miglia ad ogni ora, o pur 10 $\frac{2}{3}$ per ogni minuto, il che viene a far mille sedici piedi nel tempo d'una pulsazione. Quest'impeto è ancora sì ratto come quel d'una palla di cannone, il qual supera dodici volte la maggior veemenza del vento: ad ogni modo il non esser da noi sentito non è argomento che vaglia ad escluderlo. E chi è di noi che s'accorga di sostenere il peso di 32 mila libbre (103) dall'aria dell'atmosfera? Quivi per conseguente, meglio forse che in altro, riluce la verità di quel

proverbio: Uso si converte in natura: Assuefatti a quella pressione fin dalla nascita, non la sentiamo, malgrado le sue ineguaglianze: come potremmo sentire la rotazione, che ha per carattere una perfetta equabilità? A chi stia nell' interno d'una nave, spinta da vento equabile, nè vegga il mare, nè senta strepito de' nocchieri o maneggio di sarte, qual sarà il segno ond' ei sappia se la nave cammini? A sentire di moverci è mestieri, o che il moto sia generato da noi veglianti, come quando volgiamo la testa; o che patisca alterazion sufficiente, siccome in un cocchio l'asprezza delle strade e l'intoppo de' sassi ci scuote, nè ci permette ignorare che siamo in moto.

277. Dicono inoltre gli oppositori: se la vertigine della Terra fosse vera, li corpi che si staccassero per qualche motivo dalla superficie terrestre, devriano rimanersene indietro. Un sasso per esempio, lasciato piombare da un'alta torre, non potrebbe mai cadere, come pur cade in effetto, al piede di questa: poichè supponiamo che spenda nella caduta due minuti secondi, o ver due battute di polso, la torre in quel mentre in virtù della rotazione si sarebbe avanzata due mila

piedi verso levante, e di tanto dovrebbe il sasso restare indietro. Così un uccello, che levasi in aria, come potrebbe mai tornare a posarsi sulla medesima frasca? certo non ardirebbe staccarsi dal nido, per paura di non più rivedere i suoi parti.

278. Al quale argomento si risponde: che tutti li corpi del nostro globo, e l' aria medesima con le nuvole, siccome quella che nasce da' vapori uscenti dalla massa terrestre, hanno in loro, fin dall'origine, l'impressione del moto rotatorio della Terra: a distrugger sì fatta impressione bisognano ostacoli, essendo impossibile concepire effetto senza cagione; ma se in virtù della comune impressione anche l'atmosfera convien che s' aggiri insieme col globo dalle cui viscere è partorita, nulla v'ha dunque che oppongasi alla continuazion simultanea del moto; però mentre il sasso cade dalla cima della torre, e l'augello si leva a volo, l'impulsion rotatoria, che prima li traportava, da chi fu distrutta? ella è anzi secondata dal moto comune dell' atmosfera; e quindi proseguono a girare con l'aria, non altramente che se la pietra fosse cheta sul suolo, o l'uccel vi facesse suoi saltellini. E di ciò larghe prove ben possono dispensarsi.

279. Mentre un navilio è fermo, se dalla cima dell'albero si lasci cadere una pietra, niuno dubiterà che non piombi al piede dell'albero. Ma se il bastimento sia in moto, passerà avanti in quel tempo che il sasso mette a cadere, e di tutto quel tratto crederan molti dover la pietra restarsene indietro e cascar nell' acqua. Pur è mostrato dall' esperienza, che il sasso stramazza mai sempre al piede dell'albero, movasi il bastimento o non si muova. È dunque forza conchiudere, che nel caso della nave in corso il sasso caschi per linea obliqua, siccome vede con diletto e stupore chi sta sulle rive: linea composta da due direzioni; l'una così naturale alla pietra, come ad ogni corpo, a cagion della gravità, e però perpendicolare od a piombo per rispetto alla superficie terrestre; l'altra comune colla barca, il cui moto orizzontale sta impresso al pari nelle cose tutte da essa contenute. Ogni minimo tratto di caduta perpendicolare va dunque accompagnato da un progresso orizzontale, e così questi due moti simultanei ne compongono un solo, che è il traversale. Cade pertanto il sasso al suo modo solito in virtù della gravità, ma segue nel tempo stesso di puntino il na-

vilio, benche staccato da quello, obbedendo all'impulso che tiene in sè, ricevuto prima dal correre del navilio. Che questi due moti, l'uno all'ingiù, l'altro all'innanzi, possano star insieme senza turbarsi nè distruggersi, lo dimostra a evidenza l'esperimento della caduta del sasso al piede dell'albero, in ambi gli stati della nave, o ferma, o moventesi. Anzi v'ha questo di mirabile, che per quanto veloce sia l'impeto della barca, e per conseguenza più lungo il cammino traversale della pietra, questa giugne pur sempre al piede dell'albero nel medesimo tratto di tempo, come quando il navilio è cheto. Laonde è più chiaro della stessa luce, che la caduta perpendicolare non si altera nè confonde punto col moto orizzontale: a quella guisa che il navigante cammina liberamente dentro la nave per qual verso gli piace, comecchè questa ad un tempo il traporti o per la stessa o per altra direzione; nè il camminare del navigante perturba il moto della barca, nè questo impedisce quello: ed è verissimo andar colui per due direzioni ad un tratto.

280. Quanto poi alla perseveranza de' moti conferiti, anche quando li corpi son separati dal tutto, a cui son confe-

riti, di segno pur vaglia a conoscerla ciò che avviene, quand' altri balza fuor di carrozza in corso: ch' egli è impossibile, o almen difficile assai, ch' e' si regga senza stramazzar sul terreno. Imperocchè i piedi sono impediti dal contatto di questo a seguir senza qualche indugio il moto del cocchio, che nella persona sta impresso; il quale impedimento non così essendo nella testa e nel busto, il corpo trabocca di necessità dalla parte ove il cocchio s'avanza.

281. Il non sentirsi adunque la rotazione terrestre, nè dagli uomini, nè dagli augelli, nè dalle pietre, che tutti debbono fare le loro funzioni allo stesso modo come se la Terra stesse cheta, non è ragione che vaglia minimamente a poter negarla. E poichè abbiam veduto (Cap. XII e XIII), che il Sole, la Luna, Venere, Marte, e Giove godono indubitabilmente del moto rotatorio, perciò manca ogni motivo di nè men sospettarlo impossibile nella Terra, corpo maggior della luna, disparatamente minore del Sole, opaco rotondo e solido come i pianeti. La prima conchiusione per tanto sia questa: *non è possibile dimostrare fisicamente che la Terra non rota.*

282. Passiamo dunque ad investigare, quale delle due ipotesi più sia probabile, secondo la Fisica: che la Terra roti, o pur che non roti. Se il nostro globo non si rivolge in sè stesso, è di necessità che s'aggirino intorno di lui ogni dì tanto il Sole quanto le stelle, e che sia reale e vera, non già apparente, quella diurna circolazione, che osserviamo negli astri tutti. Or poichè s'è mostrato (226) essere il Sole lontan dalla Terra 81 $\frac{1}{2}$ milioni di miglia, la circonferenza ch'ei descriverà in 24 ore sarà dunque, secondo le regole di Geometria, 512 milioni di miglia; per conseguente il suo cammino in un'ora 21 $\frac{1}{3}$ milioni di miglia; in un minuto 356 mille miglia: e questo è 'l viaggio che deve far di continuo quell'immensa mole, per risparmiare al nostro piccinino abitacolo il dar la volta, con la velocità, tutt'al più, di 15 miglia per minuto. Ma il paragone è ancor debole.

283. Abbiam detto (5), e ne daremo le prove a suo tempo, non poter esservi stella da noi lontana manco di diciassette billioni di miglia. La distanza d'una stella è dunque per lo meno 208 mille volte maggiore di quella del Sole. La circonferenza diurna cresce in

proporzione: e però il viaggio d'ogni stella nel breve spazio di un minuto dovrà essese 74 e più mila milioni di miglia. Velocità così strane ed incomprensibili è necessario che in corpi smisuratissimi ammettansi da coloro, i quali hanno ripugnanza a concedere al piccolo corpicino, chiamato la Terra, un viaggio rotatorio di 15 miglia per minuto. Da qual parte sta la probabilità? Ma tutto questo è ancor poco.

284. Il moto diurno degli astri, qual egli pare a' nostr' occhi, è tale che punto non altera le posizioni relative di quelli; è tale come se il cielo fosse tutto d'un pezzo, e gli astri incastrati nelle lor nicchie: ond'è ch'ei fu detto del *primo mobile*, o sia della sfera stellata. Egli è comune in sì fatta guisa a tutti gli astri: che se fossero indipendenti e staccati un dall'altro, siccome pajono, non può intendersi ragion nè cagione, che lo produca così esattamente contemporaneo, che niun vi manchi pur d'un capello, sebben ciascuno si mova con diseguale celerità, e le ineguaglianze siano immense, altri scorrendo nel medesimo tempo circonferenze grandissime, ed altri strettissime, secondo che sono più o men lontani dall'asse di rotazio-

ne, cioè da quella linea d'intorno alla quale rivolgonsi, siccome fra poco dichiareremo con un esempio dozzinale. E se poi vogliam credere gli astri attaccati fra loro, di maniera che il cielo sia un tutto solo e sodo, il qual movendosi in giro, tragga con sè le sue parti, in quel caso non mancano ancora insolubili difficoltà. Di qual materia solida sarà il cielo, se gli astri vi stanno incastonati? La trasparenza di lui strignerebbe a crederlo di cristallo, o d'altra pasta egualmente diafana e soda. Ma i pianeti, ciascun de' quali muta luogo e distanza ogni dì, ogni momento, come potrebbero traforar quel cristallo? come il potrebbono le comete, che tutto il cielo travalicano? Finalmente a qual pro gireranno ogni dì attorno alla Terra con velocità incomprensibili tanti milioni di stelle, che senza l'ajuto degl'istromenti non iscorgiamo, nè sappiamo pur che ci siano, ma che sempre pur crescon di numero, secondo che s'augumenta la forza de' cannocchiali?

285. A tante fisiche assurdità qual risposta? Forse il non conosciamo fin dove giunga il potere della Natura? Unica in vero, ma disperata risposta: che non mai potrà vincersi, od attenuarsi,

d'un ette il vigor d'argomenti innegabili, con allegar cose ignote ed inverisimili. E qual maggiore inverisimiglianza, del moltiplicare i moti e le celerità all'infinito, senza necessità nè ragion sufficiente? *Indarno si fa con molti mezzi ciò che può farsi con pochi:* egli è pure savissimo assioma del venerato Aristotile. Noi dobbiamo anzi dire: Indarno la Natura farebbe con mezzi, infiniti di numero, d'estensione, d'intensità, ciò che può fare con *uno solo*, *e il più facile di tutti*. Lungi però d'onorarla, attribuendolo il potere di far vanamente cose ripugnanti al buon raziocinio: quest' è piuttosto adorare alla cieca la testimonianza de' nostri sensi, da' quali beviamo avanti il giudizio quella credenza del circolamento diurno della sfera stellata, e dai quali siamo pur certi d'essere illusi in tant' altre cose.

286. Egli è adunque così ragionevole, che i corpi celesti s'aggirino tutti insieme ad ogni 24 ore attorno la Terra, invece che la Terra si volga in sè stessa; quanto sarebbe il salire sur un campanile, e pretendere che le case e le campagne sottoposte, per quanto l'occhio si stende, facesser la giravolta d'intorno al campanile, per risparmiare a

quell' uomicciuolo salito là su, l'incomodo di voltar la testa a guardarle.

287. E poichè è fuor di dubbio che rotano Venere, Marte, e Giove, ne' quali pianeti ricercasi in vano maggior attitudine, o minor difficoltà a cotal moto, di quel che nella Terra, sì fatta analogia sarà un' altra ragion di probabilità per la nostra vertigine diurna.

288. Di questa s'è dunque veduto, non esservi, in primo luogo, argomento di negarla; in secondo luogo, concorrere insieme tutte le ragioni di convenienza, d'analogia, di probabilità, per concederla: resta da investigare, in terzo luogo, se mai v'avesse qualche ragion positiva, diretta e strignente, per dimostrarla convincentemente.

289. Rammentisi ora il lettore quel che s'è detto (56, 77), il peso de' corpi non esser lo stesso in diversi punti della Terra: verità dimostrata dal pendolo, il qual non fa da per tutto il medesimo numero di battute in 24 ore. Quanto più si viaggia verso il polo, tanto più questo numero cresce; ed il crescimento segue una proporzione talmente esatta, che di leggieri disvela le cagioni onde nasce.

290. Acciocchè niuno sia il qual non

intenda quel che ho da dire, mi si permetta giovarmi d'una comparazion comunale. Consideriamo un pollo d'india, infilzato in uno schidione di tal sottigliezza, che ancora il collo possa esserne trapassato. Or vada lo schidione attorno, come ognun sa: chiara cosa è che la pelle del corpo descrive, nel tempo stesso, circuito maggiore di quel che faccia la pelle del collo; la prima cammina dunque più veloce della seconda. Se la Terra va attorno di sè, a quella guisa appunto che fa il *dindiotto*, il moto della superficie terrestre non sarà egual da per tutto, ma più o meno celere, secondo che le parti della superficie medesima stanno lontane più o meno dall'asse di rotazione, cioè dal perno, dallo schidione, da cui possiamo concepir traforato il nostro globo, benchè nel fatto nè perni, nè schidione ci siano. Dunque la velocità delle parti diverse della superficie è proporzionale alle loro diverse distanze dall'asse: della qual verità s'è potuto avere un primo concetto dagli esempj della trottola e della palla, di cui ci siam valsi (251, 255) per dimostrare il moto massimo della rotazione nelle parti equatoriali del Sole e della Luna.

291. È d'uopo inoltre por mente, che ogni moto rotatorio tende ad estruder le parti rotanti, cioè scagliarle lontane dal centro del moto. Se pigliasi in mano una corda, la qual sia legata nell'altra estremità ad un secchiello con acqua dentro, e questo si faccia girare d'intorno alla mano ed al braccio con impeto sufficiente, l'acqua non cascherà fuor del vaso, ma anzi colui, che lo mena in giro, sentirà sempre, che il vaso tira la corda e fa forza per allontanarsi dal braccio. Così per quanto il cherichetto faccia andar alte le ondulazioni dell'incensiere, non per questo se ne sparpaglia la brace. L'acqua e la brace son ritenute a quel modo dalla forza di rotazione, che distrugge l'azion della gravità, in virtù della quale ognun vede che in certe situazioni cadrebbero in terra, se non vi fosse quel moto che ostasse. Di fatti consideriamo il momento, nel quale il secchiello passa di sopra al braccio, ed è propriamente con la bocca in giù: qual cosa ritiene l'acqua dal traboccare, come farebbe se il vaso fosse cheto in quella postura? Non altro per certo che l'impeto della rotazione. Quest'impeto dunque contrasta, anzi vince del tutto in tal caso l'azion

della gravità. Che s' egli non fosse a bastanza grande per agguagliarla, il minore, che tutta non la spegnesse, ne ammorzerebbe una parte, e l' acqua dovrebbe uscire e cadere, bensì con velocità minor del suo solito, cioè in grado corrispondente all' azion della gravità residua. Intendasi dunque, che il moto di rotazione detrae dalla gravità, cioè dal peso de' corpi: il maggior moto dee toglier più, il minor meno: e però la detrazione o diminuzione del peso debb' esser proporzionale all' impeto o sia alla celerità della rotazione.

292. Or si ritrova coll' esperienza, come ho già detto (289), che i corpi terrestri scemano in peso, a misura che son trasferiti dal polo verso l' equatore. Gran presunzione per certo ella è questa a favor della rotazione: ma la presunzione non divien ella poi tosto una prova compiuta, quando si sappia che gli scemamenti del peso tengono in fatto una certa proporzione esattissima con la celerità ch' aver debbe la rotazione ne' siti diversi? quando si sappia che le lunghezze del pendolo variano puntualmente da un paese all' altro con quella proporzione medesima? Fenomeno più manifesto, più convincente, chi mai pre-

tender potrebbe, a render patente la rotazion della Terra ai più renitenti dell' antica contraria credenza?

293. Sebbene che dico; antica? È ben vero che Tolommeo, con la più parte degli anteriori filosofi, ed anche de' posteriori fin dentro al secolo decimosesto, han tenuto la sentenza della rivoluzione diurna del cielo con tutti gli astri, e della quiete della Terra. Ma non mancarono già, da rimotissimi tempi, autorevoli propugnatori alla sentenza contraria: siccome Filolao discepolo di Pitagora, Niceta di Siracusa, Aristarco di Samo, Eraclide, Ecfanto, ed altri Pitagorici. Il sentimento di Niceta fu poi riferito da Cicerone con parole di tanta perspicuità, che diedero forse al Copernico, a senso d'alcuni, la prima idea del sistema da lui fondato. Sarà pregio dell' opera traslatarle qui fedelmente.
„ Iceta (o Niceta) di Siracusa, secon-
„ do dice Teofrasto, è di parere, che il
„ cielo, il sole, la luna, le stelle, e
„ tutto ciò finalmente che soprastà, sie-
„ no in quiete; nè dalla Terra in fuo-
„ ri altra cosa nel mondo si muova: la
„ qual mentre volgesi intorno all' asse
„ con somma celerità, gli stessi effetti
„ ne nascono, come se, stando essa fer-

„ ma, il ciel si movesse. E questo pa-
„ re ad alcuni esser detto anche da Pla-
„ tone nel Timeo, ma un poco più os-
„ curamente ". (*Acad. Quæst.* II *vel* IV, N.° XXXIX *seu* 123). Le quali parole di Cicerone se intendansi per rispetto al moto diurno, di cui qui si parla precisamente, posto da canto il moto proprio della luna, de' pianeti, e delle comete, convengono di puntino col sistema Copernicano.

294. Che se quello di Tolommeo, circa il moto diurno de' cieli, regnò per secoli e secoli nelle scuole, e nella general credenza, non è da imputare a difetto di scienza fisica negl' illustri ingegni che lo seguirono, infino a tanto che furono privi di quella congerie di cognizioni, che da 120 anni in qua si vanno continuamente schiarendo e multiplicando. Ignoravano che la moltitudine delle stelle fosse innumerabile, e le loro distanze immense ed incommensurabili; donde procedono i tanti da noi esposti assurdi del Tolemaico sistema: ignoravano affatto le variazioni di peso ne' corpi da un sito all' altro della Terra, le quali sono un effetto che sforza a riconoscer la causa: ignoravano finalmente la figura elittica del nostro globo. Sì,

la figura elittica di esso è un'altra ragion fisica, la qual mette fuori di dubbio appresso i dotti la rotazione di lui.

295. Imperocchè nello stato molle primitivo della massa terrestre, a credere il quale conducono anche le parole della Genesi, l'equilibrio esigeva, che dove la materia pesa meno, là ve ne fosse di più; siccome s'è già dimostrato a bastanza (56). Ecco dunque nella conversion della Terra una causa naturalissima della sua forma elittica; e in questa forma, per converso, una ragione potente a favor della rotazione. E poichè l'atmosfera, come s'è detto sopra, deve rotare insieme, è facile adesso vedere il motivo, da noi taciuto (118), per cui gli astronomi sono persuasi, che anch'essa sia configurata a sferoide.

296. Nè voglio omettere finalmente di togliere un dubbio, se mai cascasse in mente d'alcun de' lettori. Supponendo la Terra rotante, la celerità di questo moto (pigliando a considerare il maggiore, che spetta a' paesi sotto la Linea) è tal certamente da correre 15 miglia ad ogni minuto. Or come avviene, dirassi per avventura, che da tanto impeto non sieno scagliati orizzontalmente per l'aria gli uomini, le bestie, i tegoli, e quant'

avvi non aderente alla massa terrestre? Ma ciò è così lungi dalla possibilità, che avendo i Matematici misurato gli effetti di quella velocità, e messigli a paragone con quelli della gravità, han ritrovato non essere i primi che un minimo, che una parte dugentottantottesima dei secondi. Di fatti sappiamo, che in un minuto secondo ogni corpo grave cade dall'altezza di piedi 15 parigini. D'altra parte la Geometria ci fa fede, che una linea retta orizzontale lunga un quarto di miglio, qual sarebbe lo slancio della rotazione nel medesimo tempo d'un minuto secondo, non s'allontana dal centro della Terra altro che linee $7\frac{1}{2}$. E poichè 144 linee compongono un piede, rinviensi mediante la divisione, che il $7\frac{1}{2}$ è contenuto 288 volte ne' 15 piedi. L'effetto adunque della rotazione, in quanto all'estrudere i corpi, è distrutto dalla gravità, che li tiene fermi al suolo con forza grandemente maggior del bisogno. Ed ecco un patente argomento, da aggiugnersi ai già recati, per comprovare; che non debbe da noi sentirsi l'impeto della rotazione, per non esser valevole a smuoverci punto nè poco.

297. Compiuto l'assunto di fisicamente discutere la quistione della conversione

terrestre; rimarrebbe ora, ad esaurir sì fondamentale astronomica dottrina, da ragionar di que' passi delle Sacre Scritture, che opposti vennero, come concludenti la quiete del nostro globo. L'esaminarli ed analizzarli partitamente ci porterebbe più in lungo di quel che comporti la natura di quest' operetta, quand' anche volessimo riferir puramente quel che fu detto da' più accreditati Scrittori nell' una e nell' altra sentenza, senza ingerirci ad aggiunger niente del nostro. Ci restringeremo pertanto ad esporre in genere le ragioni potissime, le quali riduconsi a poche. Se i passi, di cui si tratta, si debbono intendere nel senso letterale proprio; non v'ha dubbio, la Terra è in quiete. Ma li Copernicani rispondono: 1.°, non esservi questo debito, poichè nulla v'è, a detta loro, in que' passi e in quel senso, che tocchi a' dogmi della Fede: 2.°, doversi anzi escludere da que' passi il senso letterale proprio, come si fa da tant'altri, che intesi a rigor di lettera, menerebbero ad assurdo.

298. In quanto al primo, que' passi possono intendersi scritti secondo l'opinione, non secondo la verità: cosa non rara nelle Scritture, a detta di S. Giro-

lamo (*Comment. in Jeremiam cap.* 28, *v.* 10), e di S. Tommaso (al cap. 26, v. 7 di Giob). Gli Astronomi stessi, quantunque Copernicani, proseguon tuttora a parlare con quel linguaggio, che dettano le apparenze, e che regna da tutti i tempi; denominando tavole del *moto del Sole* quelle, ove intendono esporre il moto della Terra; e notando nelle loro efemeridi le ore *del levare e del tramontare del Sole*, comecchè stimino tai fenomeni dipendere unicamente dalla rotazion della Terra. Perchè mai non dovean parlare col linguaggio comune Giosuè, Davidde, Salomone, ed altri Autori de' sacri libri, in tempi massime in cui non v' era un principio di sentor, che si sappia, d' altro sistema da quel che pareva ai sensi? Quando mai s' è preteso, che Iddio fosse tenuto svelare ad un tratto tutte le fisiche verità, nelle quali Ei permette anzi agli uomini esercitarsi ed andar penetrandone alcuna di tempo in tempo? Qual maraviglia però, se la rotazion della Terra sia fisicamente avverata, soltanto con le scoperte avvenute dal Copernico in quà?

299. In quanto poi al secondo; persino a che la rotazione medesima ha potuto rimaner dubbiosa, non v'era mo-

tivo sufficiente il qual costrignesse ad abbandonare il senso letterale proprio di que' passi Scritturali, tenuto da immemorabili tempi. A torto perciò mi sembra che si lagnassero alcuni, di quella sentenza de' Romani Teologi: non si dover sostenere publicamente la rotazion della Terra, se non come ipotesi. Ma adesso che non v'ha più un sol Astronomo il qual non sia Copernicano; adesso che la rotazione del nostro globo è provata non solo possibile, non solo probabile, ma eziandio necessaria ai fenomeni; adesso che il negarla è divenuto un assurdo agli occhi d'ogni Fisico dotto: si deve sperare maturo il tempo, in cui la passata opinione dia luogo a quella regola fondamentale che esclude il senso letterale proprio delle Sacre Scritture ogni volta che meni ad assurdo. La prudenza dell'Ecclesiastica Gerarchia è guidata dal sapientissimo S. Tommaso in quell'aurea sentenza (*Opusc.* 10.): *quelle cose le quali sono state abbracciate dalla comune de' filosofi, e non ripugnano alla Fede, nè debbono affermarsi come fossero dogmi di Fede, nè parimente negarsi come a quella contrarie, per non dar occasione ai sapienti del mondo di dispregiare la*

dottrina della Fede. Su questi fondamenti prendo fiducia di veder ne' miei giorni abbandonata anche la restrizion dell'ipotesi, e fatto libero in ogni parte di Cristianità il sostener come tesi la rotazione del globo terrestre.

INDICE

DELLE MATERIE

Contenute in questo Volume.

A

B

D

E

F

G

I

L

Q

R

T

V

Z

INDICE DE' CAPITOLI.

2